

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-159309

(43)Date of publication of application : 03.06.2004

(51)Int.Cl.

H04N 7/08

G06T 1/00

H04N 1/387

H04N 5/91

H04N 7/081

(21)Application number : 2003-325700 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND
CO LTD

(22)Date of filing : 18.09.2003 (72)Inventor : YU HONG HEATHER
BHATTACHARYA PRABIR

(30)Priority

Priority number : 2002 259106 Priority date : 27.09.2002 Priority country : US

(54) METHOD AND APPARATUS FOR DIGITAL WATERMARKING AND WATERMARK DECODING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for protecting a digital movie against copying without permission.

SOLUTION: The method for embedding a watermark in the digital movie includes; temporarily storing portions of an electronic digital representation of the digital movie in at least one digital representation domain; embedding an electronic watermark in at least one of the stored digital representation domain of the movie; and presenting portions of the digital movie while the embedding is occurring.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision
of rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection
or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

It is the approach of embedding a watermark on a digital movie,

A part of electronic digital representation of a digital movie is temporarily stored in
at least one digital representation field,

Digital watermarking is embedded to at least one stored digital representation field
of the above-mentioned movie,

The approach equipped with showing a part of above-mentioned digital movie during
generating of the above-mentioned pad.

[Claim 2]

It is the approach according to claim 1 of being embedding the watermark which
shows digital show equipment or a projector to a meaning, or shows the location of a
theater to embed the above-mentioned watermark.

[Claim 3]

It is the approach according to claim 2 of being embedding the watermark which
shows the location of a theater to embed the above-mentioned watermark.

[Claim 4]

Embedding the above-mentioned watermark is an approach according to claim 2
further equipped with embedding the watermark which shows the show time of day

of the above-mentioned movie.

[Claim 5]

It is the approach according to claim 4 of being embedding the above-mentioned watermark to two or more digital representation fields of the above-mentioned movie to embed a watermark to at least one digital representation field of the above-mentioned movie.

[Claim 6]

Two or more above-mentioned digital representation fields are approaches according to claim 5 which include the time domain and the frequency domain at least.

[Claim 7]

Embedding a watermark on the above-mentioned movie is an approach according to claim 2 further equipped with embedding a part of above-mentioned watermark over two or more frames of the above-mentioned movie.

[Claim 8]

The above-mentioned watermark is the approach according to claim 7 of being 50 bits or less.

[Claim 9]

It has that embedding the above-mentioned watermark generates human vision model JND[of the image base which controls the reinforcement alpha of a watermark] (x y) f (t) when using f (t) as the video frame of the above-mentioned movie,

When frame with watermark f (t) spaces W and t is made into time of day,

$$f(t) = f(t) + \alpha(JND(x, y, f(t))) \cdot W$$

The approach according to claim 1 described.

[Claim 10]

It has that embedding the above-mentioned watermark generates human vision model JND[of the image base which controls the reinforcement alpha of a watermark] (x y) f (t) when using f (t) as the video frame of the above-mentioned movie,

When frame with watermark f (t) spaces time of day and W for t and makes gamma (t) the function of t, and the parameter corresponding to the weight of a watermark of alpha,

$$f(t) = f(t) + (\gamma(t) \times (1 - VM(t))) \times (\alpha \times JND(x, y, f(t)) \times W)$$

It is described,

When delta is used into a parameter and VD (t) is used as a three-dimensions video human-being model, it is the approach according to claim 1 of being VM(t) = 1 in VD(t) > delta, and being VM(t) = VD(t), when other.

[Claim 11]

It has that embedding the above-mentioned watermark generates human vision model JND[of the image base which controls the reinforcement alpha of a watermark] (x y) f (t) when using f (t) as the video frame of the above-mentioned movie,

When making into the i -th scene the spread-spectrum watermark algorithm and S_i which frame with watermark $f(t)$ spaces W , and $\gamma(t)$ is spaced through the function of t , it spaces $FsS(W, S_i)$ for every frame, and embed W and making α into a parameter,

$$f'(t) = f(t) + \gamma(t) \times \alpha \times JND(x, y) \times t \times FsS(W, S_i)$$

The approach according to claim 1 described.

[Claim 12]

It is an approach [equipped with dividing into the segments S_1, S_2, \dots, S_N of N individual which has Durations Ts_1, Ts_2, \dots, Ts_N , respectively based on the criteria beforehand chosen in the video-data stream of the above-mentioned movie, and changing a part of durations of the above-mentioned segment according to the watermark applied] according to claim 1 to embed the above-mentioned watermark.


[Claim 13]

The approach according to claim 1 further equipped with asking for the origin/datum in the video image of the above-mentioned movie using the mass moment, and embedding a watermark in the location of the video frame on the basis of this ***** origin/datum.

[Claim 14]


When making to ask for the reference point in the video image of the above-mentioned movie using the above-mentioned mass moment into $dA = dx dy$, making $\rho(a_i)$ into the relative reinforcement of the specific color of Pixel a_i and making γ_{a_i} into the distance between the radix point of an image, and Pixel a_i ,

[Equation 1]

 ID=000014

and

[Equation 2]

 ID=000015

The approach according to claim 13 further equipped with asking for a new radix point, a second moment, and the Miyoshi moment using the relation described.

[Claim 15]

The approach according to claim 13 further equipped with embedding a key or a criteria object on the video frame of the above-mentioned movie, and forming a physical radix point.

[Claim 16]

Asking for the reference point in the video image of the above-mentioned movie is further equipped with asking for a criteria object, searching for the center of gravity for [this] criteria, and asking for the second moment and the Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria,

Embedding a watermark in the location of the video frame on the basis of the origin/datum for which it asked the account of a top is an approach according to claim 13 further equipped with choosing one or more watermark pad locations and one or more watermark pad reinforcement using the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for which it asked, and embedding a watermark by the reinforcement by which selection was made [above-mentioned] in the location by which selection was made [above-mentioned] the account of a top.

[Claim 17]

It is the approach of a publication to embed the above-mentioned watermark the 1st place of the claim which is embedding a watermark at both the voice of the above-mentioned digital movie, and video.

[Claim 18]

It is an approach [equipped with asking for one / at least / digital signature of the voice stream of the above-mentioned digital movie, or a video stream, and embedding the digital signature of the above-mentioned stream at the stream of above-mentioned another side] according to claim 1 to embed the above-mentioned watermark.

[Claim 19]

It is the approach according to claim 18 by which the digital signature of the above-mentioned voice stream is embedded at the above-mentioned video stream, and the digital signature of the above-mentioned video stream is embedded at the above-mentioned voice stream.

[Claim 20]

It is the approach according to claim 1 of being that the above-mentioned movie is

compressed and the above-mentioned pad embeds a watermark at the compressed data of the above-mentioned movie.

[Claim 21]

Embedding a watermark at the compressed data of the above-mentioned movie is an approach according to claim 20 further equipped with modulating a quantization characteristic.

[Claim 22]

It is the approach of decrypting the movie by which the watermark was encoded,

It asks for the location for [in the video frame of a movie] criteria,

It asks for the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria,

The location of a watermark known in the distance in a movie is traced using the distance adjusted according to the location, the above-mentioned center of gravity, the above-mentioned second moment, and the above-mentioned Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria,

An approach equipped with decrypting the watermark in the location of the above-mentioned watermark traced using the distance by which adjustment was carried out [above-mentioned].


[Claim 23]

The approach according to claim 22 further equipped with searching for the patch configuration where the bit of a watermark was embedded using a private key K.

[Claim 24]


When making to ask for the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria into $dA = dx dy$, making $\rho(a_i)$ into the relative reinforcement of the specific color of Pixel a_i and making γ_{mai} into the distance between the radix point of an image, and Pixel a_i ,

[Equation 3]

 ID=000016

and

[Equation 4]

 ID=000017

The approach according to claim 22 further equipped with asking for a new radix point, a second moment, and the Miyoshi moment using the relation described.

[Claim 25]

It is equipment which embeds a watermark on a digital movie,

A part of electronic digital representation of a digital movie is temporarily stored in at least one digital representation field,

Digital watermarking is embedded to at least one stored digital representation field of the above-mentioned movie,

Equipment constituted so that a part of above-mentioned digital movie might be shown during generating of the above-mentioned pad.

[Claim 26]

The above-mentioned equipment is equipment according to claim 25 constituted so that the watermark which shows digital show equipment or a projector to a meaning, or shows the location of a theater may be embedded.

[Claim 27]

The above-mentioned equipment is equipment according to claim 26 constituted so that the watermark which shows the location of a theater may be embedded.

[Claim 28]

The above-mentioned equipment is equipment according to claim 26 constituted so that the watermark which shows the show time of day of the above-mentioned movie may be embedded.

[Claim 29]

The above-mentioned equipment is equipment according to claim 28 constituted so that the above-mentioned watermark may be embedded to two or more digital representation fields of the above-mentioned movie.

[Claim 30]

Two or more above-mentioned digital representation fields are equipment according to claim 29 which includes the time domain and the frequency domain at least.

[Claim 31]

The above-mentioned equipment is equipment according to claim 26 constituted so that a part of above-mentioned watermark may be embedded over two or more frames of the above-mentioned movie.

[Claim 32]

The above-mentioned watermark is equipment according to claim 31 which is 50 bits or less.

[Claim 33]

In order to embed the above-mentioned watermark, the above-mentioned equipment is constituted so that human vision model JND[of the image base which controls the reinforcement alpha of a watermark] (x y) f (t) may be generated, when using f (t) as the video frame of the above-mentioned movie,

When frame with watermark f' (t) spaces W and t is made into time of day,

$$f'(t) = f(t) + \alpha(JND(x, y) f(t)) W$$

Equipment according to claim 25 described.

[Claim 34]

In order to embed the above-mentioned watermark, the above-mentioned equipment is constituted so that human vision model JND[of the image base which controls the reinforcement alpha of a watermark] (x y) f (t) may be generated, when using f (t) as the video frame of the above-mentioned movie,

When frame with watermark f' (t) spaces time of day and W for t and makes gamma (t) the function of t, and the parameter corresponding to the weight of a watermark of alpha,

$$f' (t) = f(t) + (\gamma(t) \times (1 - VM(t))) \times (\alpha \times JND(x, y) f(t)) \times (W)$$

It is described,

When delta is used into a parameter and VD (t) is used as a three-dimensions video human-being model, it is equipment according to claim 25 which it is VM(t) =1 in VD(t) > delta, and is VM(t) =VD(t) when other.

[Claim 35]

In order to embed the above-mentioned watermark, the above-mentioned equipment is constituted so that human vision model JND[of the image base which controls the reinforcement alpha of a watermark] (x y) f (t) may be generated, when using f (t) as the video frame of the above-mentioned movie,

When making into the i-th scene the spread-spectrum watermark algorithm and Si which frame with watermark f' (t) spaces W, and gamma (t) is spaced through the function of t, it spaces FsS (W, Si) for every frame, and embed W and making alpha into a parameter,

$$f' (t) = f(t) + \gamma(t) \times \alpha \times JND(x, y) t \times FsS(W, Si)$$

Equipment according to claim 25 described.

[Claim 36]

In order to embed the above-mentioned watermark, it is the above-mentioned equipment,

It divides into the segments S1, S2, ..., SN of N individual which has Durations Ts1, Ts2, ..., TsN, respectively based on the criteria beforehand chosen in the video-data stream of the above-mentioned movie,

Equipment according to claim 25 constituted so that a part of durations of the above-mentioned segment may be changed according to the watermark applied.


[Claim 37]

The above-mentioned equipment is equipment according to claim 25 further constituted so that it may ask for the origin/datum in the video image of the above-mentioned movie using the mass moment and a watermark may be embedded in the location of the video frame on the basis of this ***** origin/datum.

[Claim 38]


In order to ask for the reference point in the video image of the above-mentioned movie using the above-mentioned mass moment, when making the above-mentioned equipment into $dA=dx dy$, making $\rho(a_i)$ into the relative reinforcement of the specific color of Pixel a_i and making γ_{mai} into the distance between the radix point of an image, and Pixel a_i ,

[Equation 5]

 ID=000018

and

[Equation 6]

 ID=000019

Equipment according to claim 37 further constituted using the relation described so that it may ask for a new radix point, a second moment, and the Miyoshi moment.

[Claim 39]

The above-mentioned equipment is equipment according to claim 37 further constituted so that a key or a criteria object may be embedded on the video frame of the above-mentioned movie and a physical radix point may be formed.

[Claim 40]

In order to ask for the reference point in the video image of the above-mentioned movie, the above-mentioned equipment is further constituted so that it may ask for a criteria object, the center of gravity for [this] criteria may be searched for and it may ask for the second moment and the Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria,

In order to embed a watermark in the location of the video frame on the basis of the origin/datum for which it asked the account of a top, the above-mentioned equipment is equipment according to claim 37 which chooses one or more watermark pad locations and one or more watermark pad reinforcement using the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for which it asked, and is further constituted so that a watermark may embed by the reinforcement by which selection was made [above-mentioned] in the location by which selection was made [above-mentioned] the account of a top.

[Claim 41]

The above-mentioned equipment is equipment according to claim 25 constituted so that a watermark may be embedded at both the voice of the above-mentioned digital movie, and video.

[Claim 42]

It is equipment according to claim 25 constituted so that the above-mentioned equipment may ask for one [at least] digital signature of the voice stream of the above-mentioned digital movie, or a video stream in order to embed the above-mentioned watermark, and the digital signature of the above-mentioned stream may be embedded at the stream of above-mentioned another side.

[Claim 43]

Equipment according to claim 42 constituted so that the digital signature of the above-mentioned voice stream may be embedded at the above-mentioned video stream and the digital signature of the above-mentioned video stream may be embedded at the above-mentioned voice stream.

[Claim 44]

Equipment according to claim 25 constituted so that a watermark may be embedded at the compressed data of the above-mentioned movie.

[Claim 45]

It is equipment according to claim 44 constituted so that the above-mentioned equipment may modulate a quantization characteristic in order to embed a watermark at the compressed data of the above-mentioned movie.

[Claim 46]

It is equipment which decrypts the movie by which the watermark was encoded, It asks for the location for [in the video frame of a movie] criteria, It asks for the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria,

The location of a watermark known in the distance in a movie is traced using the

distance adjusted according to the location, the above-mentioned center of gravity, the above-mentioned second moment, and the above-mentioned Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria,

Equipment constituted so that the watermark in the location of the above-mentioned watermark traced using the distance by which adjustment was carried out [above-mentioned] may be decrypted.


[Claim 47]

Equipment according to claim 46 further constituted so that the patch configuration where the bit of a watermark was embedded may be searched for using a private key K.

[Claim 48]


In order to ask for the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria, when making the above-mentioned equipment into $dA=dx dy$, making $\rho(a_i)$ into the relative reinforcement of the specific color of Pixel a_i and making γ_{mai} into the distance between the radix point of an image, and Pixel a_i ,

[Equation 7]

 ID=000020

and

[Equation 8]

 ID=000021

Equipment according to claim 46 further constituted using the relation described so

that it may ask for a new radix point, a second moment, and the Miyoshi moment.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

About the detection approach of an unapproved copy, and equipment, this invention can be especially applied to the approach and equipment which protect digital contents from an unapproved copy, and a list, when the digital contents for [the] protection are the forms of a digital movie.

[Background of the Invention]

[0002]

The interest is increasing in protecting digital contents from an unapproved copy. Although it can protect by encryption till the moment of a show, digital contents will become brittle to unapproved use, if shown. One of the well-known approaches of protecting such a show object from unapproved use is embedding digital watermarking to digital contents. When giving a watermark to streaming-media contents, it can conceal so that he may not notice some information in media contents, and the information which judges the date, the time of day, and the location of the video voyeurism after decryptions, such as use of the video camera in a theater, can be offered.

[0003]

The unapproved digital copy approach is targetted for the well-known digital-watermarking technique. Since these techniques cannot bear a severe distortion which takes place when carrying out video tape recording of the digital playback movie using a video camera, when preventing or pursuing unapproved analog copies at the time of a show, such as a copy of the digital movie manufactured with the stock video camera, they are unapplicable ability. Furthermore, the approach of embedding little information in media is not suitable for digital-watermarking grant at the time of a show, when using it for protection of digital movie contents.

[0004]

Conventionally, two or more data concealment techniques are known. One of the well-known techniques of data concealment is developed in Massachusetts Institute of Technology. "The information hiding which repulses an accidental forger (Information Hiding to Foil The Casual Counterfeiter)" incorporated in this specification in the form of a citation as it is, Information hiding (Information Hiding), Lecture Notes Inn computer Science (LNCS), It is known in Berlin, Springer-Verlag (Springer-Verlag), and 1988 as the 1525th volume and a p.1 "patchwork" algorithm.

[which was described by -15 by GURURU-(Gruhl) and the vendor (Bender)] After this algorithm chooses two or more "patches", it corrects and spaces that patch and changes embedded statistical distribution. A patch core is determined with reference to the die length of an image and height, and the pixel of immobilization, for example, the pixel of the [0, 0th] watch of an image. Although this system is satisfactory for an undistorted image, the image strain of rotation distortion, nonlinear distortion, etc. invites a decode error.

[0005]

Otherwise, many watermark algorithms are proposed. A general brittle digital-watermarking algorithm modulates the least significant bit, spaces it through a least significant bit (LSB) stream, and embeds W. Although this watermark algorithm belongs to the easiest thing to carry out on real time, it may be blocked or cancelled by conversion of a certain kind and signal distortion.

[0006]

The spread-spectrum watermark algorithm is indicated by U.S. Pat. No. 5,848,155 [/ else / cox / (Cox)] incorporated in this specification in the form of a citation as it is. This algorithm serves as some foundations of the most general robust watermark algorithm. Although the advanced type of an algorithm besides this cox and its large number can bear a signal-processing noise (low-pass filtering, repressing, white-noise addition, etc.) of a certain kind, to DA-AD translation (digital to analog conversion and subsequent analog-to-digital conversion) generated at the time of the copy by the video camera of a digital movie, a geometric image distortion, and large-scale contraction sampling conversion, it crawls on it similarly, it is wound and does not die.

[0007]

Furthermore, the watermark algorithm on a threshold effective in a digital movie is indicated by the United States patent application public presentation 2002nd of a name called "the equipment and the approach (Systems and method for embedding a watermark signal that contains message data in a digital image)" containing message data of spacing and embedding a signal at a digital image for Jones (Jones) incorporated in this specification in the form of a citation as it is / No. 0106103. However, since it is the algorithm of the image base, if distortion, especially the geometric image distortion of various classes are received, this algorithm will also be so nice and it will not die.

[0008]

(Outline of invention)

Therefore, in various modes of this invention, the approach of embedding a watermark on a digital movie is offered. This approach is equipped with showing a part of above-mentioned digital movie, performing **** during storing temporarily a part of electronic digital representation of a digital movie in at least one digital representation field, embedding digital watermarking to at least one stored digital representation field of the above-mentioned movie, and generating of the above-

mentioned pad.

[0009]

Some modes of this invention offer the approach of decrypting the movie by which the watermark was encoded. This approach asks for the location for [in the video frame of a movie] criteria, It asks for the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria, The location of a watermark known in the distance of a movie is traced using the distance adjusted according to the location, the above-mentioned center of gravity, the above-mentioned second moment, and the above-mentioned Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria, It has decrypting the watermark in the location of the above-mentioned watermark traced using the distance by which adjustment was carried out [above-mentioned].

[0010]

Still more nearly another embodiment of this invention offers the equipment which embeds a watermark on a digital movie. This equipment stores temporarily a part of electronic digital representation of a digital movie in at least one digital representation field, embeds digital watermarking to at least one stored digital representation field of the above-mentioned movie, and it is constituted so that a part of above-mentioned digital movie may be shown during generating of the above-mentioned pad.

[0011]

Moreover, various modes of this invention offer the equipment which decrypts the movie by which the watermark was encoded. This equipment asks for the location for [in the video frame of a movie] criteria, asks for the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria, and it is constituted so that the watermark in the location of the above-mentioned watermark which traced the location of a watermark known in the distance of a movie, and was traced using the distance by which adjustment was carried out [above-mentioned] decrypts using the distance adjusted according to the location, the above-mentioned center of gravity, the above-mentioned second moment, and the above-mentioned Miyoshi moment for [above-mentioned] criteria.

[0012]

When the pirate edition of video is discovered, a contents owner can afford to spend most time amount on usually decrypting the embedded watermark. Therefore, although it is desirable for the mode of this invention (the exact time of day and the exact location of literary piracy can be pinpointed like) to embed a watermark on real time during the show of a movie, it is not necessarily required for the decryption approach and equipment to be usually close to it in being in agreement with a pad rate.

[0013]

The available field of further others of this invention will become clear from the following detailed explanation. Having the intention of them only for the purpose of instantiation, and not having the intention of them so that the range of this invention

may be limited while the detailed explanation and detailed example show the desirable operation gestalt of this invention should be understood.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0014]

He could understand this invention still more deeply with the detailed explanation and detailed drawing.

[0015]

It does not pass over explanation of the following desirable operation gestalten to instantiation in essence, and does not have the intention of limiting the range, application, and usage of this invention at all.

[0016]

While it sets in this specification and a video stream is reproduced or recorded on videotape, saying "a watermark is embedded on real time at a video stream", it points out that pad processing occurs, but though the playback or the image transcription rate of a video stream reproduced changes by the pad, a rate does not change, so that the consciousness of a pad is attained. "Time [of a show]" (on-the fly) The mode to embed is a mode embedded on real time. "Time [of a show]" Therefore, an example of the mode to embed is a mode which embeds a watermark at reproducing at the rate which meant the image transcription video stream, and coincidence at a video stream.

[0017]

Various modes of this invention provide real time with the watermark in which a pad is possible at a compression video stream, having the pad ability of a high rate, and the severe resistance which receives distorted. especially -- the voice of this invention -- if it depends like, a video signal or an image is secret, for example -- it is -- it is -- the resistance over a continuous distortion introduced by unapproved re-record is brought about. There is distortion caused by time amount conversion of digital-to-analog (DA) and analog digital (AD) conversion, repressing / transformer code conversion, the geometric conversion by slight rotation and slight (for example, the movie by which re-recording drawing is unjustly carried out with the video camera which the spectator carried in wins popularity) cropping and advanced scale conversion, color conversion, frame omission, a time amount jitter ring, etc. among such distortion.

[0018]

Various modes of this invention have a movie effective in pinpointing the location or the hall recorded on videotape unjustly. These modes and other various modes are enough if the embedded watermark includes the information which pinpoints a show day, show time of day, and a show location. If it assumes that the digital movie theater of 1 million exists, in order to store this information robustly to the movie of average die length, for example, the movie for about 90 minutes, many and about 50 bits are enough. 20 about 5 thru/or 11 bits, and the show hall thru/or 24 bits are contained in showing show time of day in 15 bits which is equivalent to the

embedded bit on for example, a show day, and precision sufficient for specification. In various modes, the show hall bit was assigned to the theater or consists of an identification number of the meaning assigned to digital show equipment or a projector.

[0019]

In some modes of this invention, watermark W consists of P segment $W = \{W1, W2, \dots, WP\}$, and is embedded in the host video V. For example, W1 expresses the location and/or other identifiers of a digital movie theater, and W2 is spaced and attached and expresses the show time of day of a work. Furthermore, V is Q segment $V = \{V1, V2, \dots, VQ1\} = \{VQ1+1, VQ1+2, \dots, VQ2\} =$ in one or more fields, such as a space field, a frequency domain, a time domain, and a bit field, and space. ... It consists of $= \{VQZ+1, VQZ+2, \dots, VQ-1, VQ\}$. W may contain further control data, such as synchronous data which support the extract of other watermark data, such as time-of-day data and location data. Thus, some modes of this invention support the multilayer pad of watermark data. namely

$$V' = V + f(W) = V'1 + V'2 + \dots + V'Q1 \quad (1)$$

$$= V'Q1+1 + V'Q1+2 + \dots + V'Q2 \quad (2)$$

= ...

$$= V'QZ+1 + V'QZ+2 + \dots + V'Q-1 + V'Q \quad (3)$$

however

$$Q1 < Q2 < \dots < Qz < Q \quad (4)$$


Further,

$$V'q = Vq + fq(Wq) \quad (5)$$

however

[0020]

[Equation 9]

 ID=000003

f_q is a function which becomes a known watermark function or this known specification from all the watermark function all [one or more or] of this invention of a publication.

[0021]

A watermark is divided into two segments W1 and W2 in one simple mode useful as an example. First, the video V which has ten shots is a time domain, and is divided into ten segments by the segmentation based on a shot. Next, V is divided into a frequency domain about the selected shots, such as a shot 2, a shot 4, and a shot 5. Each of these shots is further divided into a low frequency band segment, an intermediate frequency band segment, and a high-frequency band segment, and is

set to $Q1=10$, $Q2-Q1=9$, $Q=10+9=19$, $q^{**} [1, 19]$, $p^{**} [1, 2]$, $j^{**} [1, 2]$, and $J < 2$. Although this simple example is limited only to two-layer, it is natural in other modes of this invention. [of it not being limited in this way]

[0022]

In various modes, as shown in drawing 1 , the equipment 10 which embeds a watermark at a digital video stream at a multilayer is equipped with the hall discrimination circuit 12 and the time clock 14. The hall discrimination circuit 12 is the serial number of the identifier of immobilization in the show hall which consists of 20 thru/or 24 bits, or the meaning of projection equipment. (In most modes, the operator or owner of equipment should not change the hall discrimination circuit 12 easily.) The time clock 14 is the calendar which generates a 15-bit date and sufficient time-of-day data of precision to specify the show of the movie, 5 [for example,], and 11-bit data.

[0023]

The hall identifier which the hall discrimination circuit 12 outputs, and the time which the time clock 14 outputs are spaced by the watermark assembler 16, and is combined with a string. Although it is possible in some modes of equipment 10 to change a time stamp during the show of a movie, since movie start time and the hall location are enough in order to specify the hall and show time of day when the illegal copy of a movie was performed in many cases, only the time of day which a time clock outputs at the time of movie initiation is used in other modes of the watermark assembler 16. The watermark assembler 16 outputs collected watermark W by P segments, as mentioned above. If the last segment WP is outputted, an output will be resumed from the first segment $W1$. The function f_q of an above-mentioned segment (Wq) is called for, and it is stored in the watermark segment buffer 18. And a part of electronic digital representation of a digital movie is temporarily stored in at least one digital representation field.

[0024]

When the watermark segment is outputted and stored, another [by which the digital video source 20 outputs Segment V_i to the video segmentation buffer 22] parallel processing occurs. The time watermark pad module 24 embeds the current watermark segment 18 at the current digital video segment transmitted by the video segmentation buffer 22. Then, it spaces, and a segment is changed by coding by the frequency conversion module 26, when for example, digital video is an incompressible format and the digital video by the reverse quantization conversion module 26 is an incompressible format, and it is attached and it is stored in the frequency-domain segment buffer 28. On the other hand, the frequency watermark pad module 34 and the spatial watermark pad module 44 embed the watermark segment which the segment buffer 18 transmits and corresponding (it passed through delay 30 depending on the case) after the continuing conversion 26 and 36 at a current digital video segment. In some modes, delay 30 is performed so that the same watermark segment (or function which consists of one or more segments corresponding to it)

as the pad module 24 may be embedded certainly at the segment to which the layer from which digital video differs by the pad modules 34 and 44 is equivalent. However, this correspondence relation is not needed for the mode of this invention being performed with the sufficient result by any means. A watermark segment pad which is different on the frame from which the segment from which digital video differs, respectively differs may be performed using a watermark pad algorithm different, respectively. For example, the video frame train of a frequency domain can be divided into a low frequency subband, an intermediate frequency subband, and a high frequency subband. You may space relatively the watermark segment which makes the highest robustness requirements, for example, and may also embed it at an intermediate frequency subband segment using a spread-spectrum watermark algorithm with low reinforcement. You may space and may also embed a segment at the segment of a high frequency subband using an another algorithm whose requirements for robustness are not more strong and which is called for example, an effective-bits modulation. In order to embed a part or all of a watermark segment by modules 34 and 44, the human vision model 42 of a time domain, a space field, and a frequency domain is used. The video with a watermark of a frequency domain is changed by the module 36 after the pad in the pad module 34, and it is changed into a space field in order that a video-data train may embed the remaining part of a watermark to a space field by the module 44. Furthermore, it is used in order to space, to be attached and to display video on the theater digital display 38. A part of digital movie is shown by temporary storing at pad generating and coincidence. In other words, it can be considered that a pad carries out real time, i.e., the "time of show" generating.

[0025]

Although drawing 1 illustrates the mode of a two-layer pad, in other modes of this invention, he should adopt a monolayer pad and the multilayer pad in three or more fields, or it should also be understood that a different pad field from what is shown in drawing 1 is adopted.

[0026]

The conventional video digital-watermarking technique using 2-dimensional (2D) watermark insertion can be used as a suitable watermark function f_q in some modes of this invention. Each frame of video is treated as an image according to individual, and a watermark is embedded on each frame using the well-known image watermark technique constituted for static images. "Reinforcement" (namely, variation or change reinforcement of an image) of a watermark is controlled by human vision models, such as a JND (just noticeable difference) model by the JPEG (high loss joint photographic expert group specification for compression-sized 24-bit color picture storage format) compression algorithm. Therefore, when in the case of an image I is spaced and attached in a host (namely, input) image and I' (namely, output), an image and W are spaced and α is made into the scalar quantity generated from JND,

$$I' = I + \alpha W \quad (7)$$

It becomes.

[0027]

In some modes of this invention, it acts on video input $f(t)$, and spaces through video outlet $f'(t)$ using the conventional 2D watermark insertion technique described by the following equality, and W is inserted.

$$f'(t) = f(t) + \alpha W \quad (8)$$

[0028]

Here, it is used in order that each frame of video input $f(t)$ may generate human vision model $JND[x, y]$ of the image base which controls watermark reinforcement $JND[x, y]$ of $f(t)$, and $JND[x, y]$ produces α . namely

$$f'(t) = f(t) + \alpha(JND[x, y] f(t)) W \quad (9)$$

[0029]

Some modes of this invention use a new three-dimensions (3D) watermark technique as an advanced type of the conventional 2D watermark insertion technique. In order to raise the robustness of a video watermark, specifically, the three-dimensions (3D) video human-being model $HVM(x, y, t)$ which is the function of $JND(x, y)$ and $VD(t)$ is used. T is made into the duration of a time human-being vision model, a current video frame is the t -th frame, i.e., it is assumed that it is in time of day t . In some modes of this invention, the $[t - \beta T, t + (1 - \beta) T]$ frame which is the grand total of T is used, and the amount of distortion which can maintain a current video frame is derived. T can be derived from the statistical analyses of the time contrast sensitivity function of human being's vision defined using a heuristic function, and a series of test datas, and these combination. It is there,

$$t' = \{t - \beta T, \dots, t, \dots, t + (1 - \beta) T\} \quad (10)$$

At the time of **

$$VD(t) = g(f(t')) = g(f(t - \beta T), \dots, f(t), \dots, f(t + (1 - \beta) T)) \quad (11)$$

It carries out. However, the function drawn from the time contrast sensitivity function of human being's vision defined using the heuristic function drawn when $f(t)$ and $g(t)$ analyzed statistically a series of test datas or a part of its combination, and β are scalar quantity drawn with T , $f(t)$, and $g(t)$. In $VD(t) > \delta$, it is described as $VM(t) = 1$, and except [its], if the function described to be $VM(t) = VD(t)$ is defined, it will space through video using the relation described below, and W will be given.

[0030]

$$f''(t) = f(t) + (\gamma(t) \times (1 - VM(t))) \times (\alpha \times JND[x, y] f(t)) \times W \quad (12)$$

However, α and δ are equivalent to a parameter with a selectable user, $\alpha \leq 1$ is equivalent to the weight of digital watermarking, and $\gamma(t)$ is the function of t with a selectable user.

[0031]

In some modes of this invention, when S_i points out the i -th scene, the resistance of

a watermark is further raised using the scene fluctuation function $F(W, Si)$.

Therefore, it spaces through video using the relation described below, and W is given.

[0032]

$$f(t) = f(t) + (\gamma(t) \times (1 - VM(t))) \times (\alpha \times JND(x, y) \times f(t)) \times F(W, Si) \quad (13)$$

[0033]

The thing deformable [like] in equality 12 and equality 13 done to various requirements for various applications, such as choosing suitable α and suitable $\gamma(t)$, for the best fit is clear. For example, the time contrast sensitivity of a human visual system is the function of many not only other parameters but a motion vector rate and shot transition frequency. For example, the human visual system does not have the capacity to detect easily the artifact with which the duration of the middle shot Shot2 of three continuation shots Shot1, Shot2, and Shot3 is introduced into a high frequency field during the period of Shot2 when [, such as two frame length,] very short. In this case, a watermark can be embedded by high reinforcement during the period of Shot2 in a space field and a frequency domain. Therefore, as shown in drawing 2 , it is possible to set $\gamma(t)$ as 1 during the period of Shot2, namely, when it is $t \in \text{Shot2}$, it is $\gamma(t) = 1$ and, probably α can be set up more highly than 1. The high watermark robustness over the big distortion of various classes is introduced by these setup, without introducing a visible artifact into video. When Shot2 is a long shot, function $\gamma(t)$ as shown in drawing 3 is more suitable. In this case, when a display frequency is very low, at the time of 0.1-frame per second, by making it fall, after raising the reinforcement of digital watermarking slowly, the inter-frame vision artifact of Shot2 will increase slowly, and will decrease in number. However, when the usual display frequency (about 24 thru/or 48-frame per second) is used, a visible artifact cannot be observed at all. In the simplified mode, using $VD(t) = 0$, a constant α , and the space field (image base) JND function $JND(x, y)$ of the present frame t , it can space for every frame and W can be embedded from the spread-spectrum watermark algorithm F_{ss} of the conventional technique. In the case of above both

$$f(t) = f(t) + \gamma(t) \times \alpha \times JND(x, y) \times F_{ss}(W, Si)$$

(14)

It becomes.

[0034]

Therefore, as shown in drawing 1 , using the relation described by the relation described by equality 12 or equality 13, time watermark pad modules, such as the module 24 used for the equipment modes 10, such as a mode shown in a drawing, can be spaced through a video data V , and can embed W .

[0035]

As shown in drawing 4 , in some modes of this invention, it spaces through a video data and W is embedded by the time amount modulation. Although a time amount modulation is one time watermark pad mold at the point that a pad occurs with the time domain expression of a video signal, the time amount modulation differs from

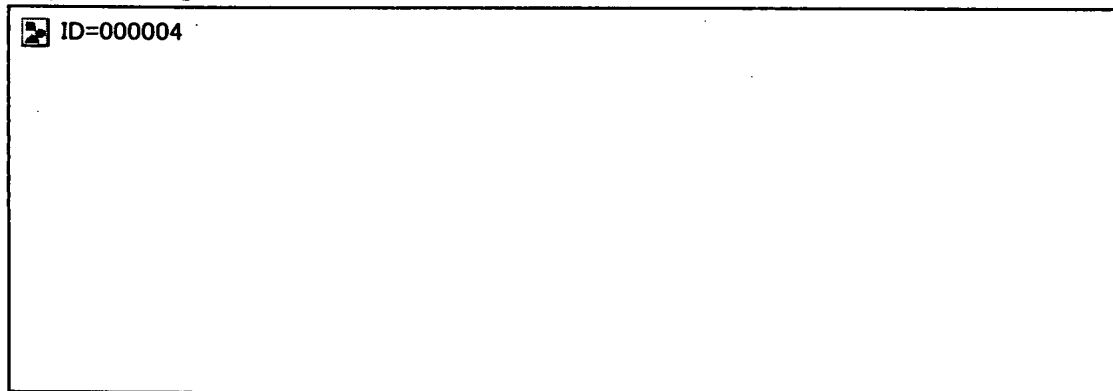
other time pad molds in that it changes according to digital watermarking to which the duration of a segment is applied. The video-data stream 41 is divided into the segments S_1, S_2, \dots, S_N of N individual which has the durations $T_{s1}, T_{s2}, \dots, T_{sN}$ which correspond, respectively along with a time-axis based on preselected criteria. However, $T_s = T_{s1} + T_{s2} + \dots$. At the time of $+T_{sN}$, it is $V_{sq} = V_{tSi} + V_{tSj}$ and they are $S_{q**} [1, Q]$, S_i , and $S_{j**} [1, SN]$. For example, the video stream 41 will be segmented by the division based on a scene on the shot boundary 43, and the segmentation buffer 22 of a pipeline mold will always store one shot or Segments S_1, S_2, \dots, S_N for a modulation by it. After watermark grant is spaced, is attached and is different from the segments S_1, S_2, \dots, S_N without a watermark of the original video stream 41 according to the watermark to which a part of durations of the segment S'_1 of video stream 41', S'_2, \dots, S'_N are given.

[0036]

In order to space in the time watermark pad module 24 and to embed Bit w , T_{si} and T_{sj} are changed as follows. About Key k

[0037]

[Equation 10]



[0038]


It carries out. At $T_{si} < \delta$ and the time of $w = 1$, it is $T'_{si} = T_{si} + \delta T$ and $T'_{sj} = T_{sj} - \delta T$ and becomes $T'_{si} \geq \delta$. On the other hand, at $T_{si} > \delta$ and the time of $w = 0$, it is $T'_{si} = T_{si} - \delta T$ and $T'_{sj} = T_{sj} + \delta T$ and becomes $T'_{si} \leq \delta$. Thereby, $V'_{sq} = V_{sq} + w$ is generated. Although one bit is embedded in this example using the modulation based on two shots (duration), of course, it is also possible by using the modulation of shot many to embed many bits by embedding one bit or using the modulation of two or more shots (duration).

[0039]

If it is defined as $M = t_s - T$ by video frame rate called the frame of t_s individual per second,


[0040]

[Equation 11]

 ID=000005

And it becomes $t = \Delta - T_{si}$. Therefore, in order to embed the watermark bit of $w = 1$,
[0041]


[Equation 12]

 ID=000006

It reaches.

[0042]

[Equation 13]

 ID=000007


At the time of **

$f_m = f_m - t_s - t$ (19)

Come out and it is,

[0043]


[Equation 14]

 ID=000008

At the time of **

[0044]


[Equation 15]

 ID=000009

Come out and it is,

[0045]


[Equation 16]

 ID=000010

At the time of **

[0046]

[Equation 17]

 ID=000011

Suppose that it comes out.

[0047]

In some modes of this invention, a bit is embedded to a space field using a patch location. In the case of a three-dimensions (3D) pad, a watermark bit is embedded on two or more image frames of the video stream of a movie. One of the well-known approaches of embedding a watermark at a patch using the distance defined by the origin/datum is quoted above, and it is a "patchwork" watermark pad algorithm by GURURU (Gruhl) and the vendor (Bender) which were incorporated.

[0048]

For example, the expression with which the image shown in drawing 5 or the video frame 45 was simplified is considered. As shown in drawing 6, a "patchwork" watermark pad module chooses one original pixel 46 (this example pixel of an upper left corner), two or more patch locations A1 and A2 for watermark bitpads, A3, and A4. Drawing 6 can be held and the watermark decryption module which the location, the patch locations A1 and A2, A3, and A4 of the original pixel 46 understand can take out the watermark embedded from the image or the video frame 45.

[0049]

However, when an image or the video frame 45 rotates, the location of the original

pixel 46 will change and a decryption module will cause confusion. For example, as shown in drawing 6 , the original pixel 46 assumes that it is located in the upper left corner of an image or the video frame 45. If the original pixel 46 is rotated 90 degrees clockwise, it is located in the upper right corner of an image or the video frame 45 as shown in drawing 7 . If it is the conventional patchwork decoder, it assumes that pixel 46' is in the location of the upper left corner of drawing 7 , and patch location A1', A2', A3', and A4' will be spaced, and it will be assumed that it is a location for pads. Thus, if it assumes, a decryption will go wrong. When an image is geometrically changed by rotation, expanding, compression, etc., the original pixel 46 is moving or it may have separated from it from the screen. Therefore, the location of a watermark is also changing to the original pixel set up before geometric modification. Furthermore, when the image is carrying out scale change, even if the original pixel is not changing, the location of a watermark changes.

[0050]

In some modes of this invention, in order to raise the robustness over distortion of video, the reference point in a video image is determined using the mass moment. For example, the mass moment is used as an origin/datum and some modes of this invention define the distance of a "patchwork" watermark pad algorithm. Other watermark algorithms which can be changed are suitable for the mode of this invention so that a reference point and/or a geometry may be determined using the mass moment.

[0051]


The mass moment is used and the distance by the relative unit length based on an object is defined. Although a radix point is set up on the basis of the object in an image, the above-mentioned object does not necessarily need to be in the border area of an image. Therefore, even if two or more pixels of the border area of an image are removed from a screen, a radix point does not change. Furthermore, the unit length of distance is not immobilization and is relative. Therefore, if the scale of an image changes, since the scale of unit length will also change according to it, digital watermarking can be traced eternally.

[0052]

It considers as $dA = dx dy$, $\rho(a_i)$ is made into the relative reinforcement of the specific color of Pixel a_i , and γ_{ai} is made into the distance between the radix point of an image, and Pixel a_i . Here, in some modes of this invention, it asks for a new radix point, and secondary and the Miyoshi moment using the relation described below.

[0053]


[Equation 18]

 ID=000012

and

[0054]

[Equation 19]

 ID=000013

[0055]

Therefore, the center of gravity, the selected relative die length, and selected width of face of the patch for pads are called for using the moment called for by equality 24, 25, and 26. Moreover, in some modes of this invention, a criteria object is embedded in the form of a key on an image or the video frame 45, the physical radix point of media is formed, and the level of safety and robustness is raised further.

[0056]

It is considered that the relative reinforcement of the specific color of a movie is one kind of a digital representation field like the time domain of the movie, a space field, and a frequency domain. It is considered that each quadrature encoding showing each color or a color is the digital representation field where movies differed. the digital representation field where movies differ, respectively can boil each quadrature encoding showing each color and a color etc., respectively, it can be set, and a watermark pad can perform it according to an individual.

[0057]

The image 50 with which patches A1 and A2, A3, and A4 were chosen as drawing 8 for watermark pads is shown. Selection of a patch location and the number of patches is performed by the standard approach, and may follow an algorithm with a well-known "patchwork" algorithm etc. However, in some modes of this invention, patches A1 and A2, A3, and the location and configuration of A4 are determined

using one mode of the approach shown in drawing 9 .

[0058]

As shown in drawing 8 and drawing 9 , specifically, the criteria object 50 in the undistorted subject-copy image 45 is determined using a private key K (100). Then, for example, the center of gravity for criteria is searched for using the relation described in the form of equality 24 (102). Furthermore, for example, it asks for secondary and the Miyoshi moment using the relation described in the form of equality 25 and 26 (104). Furthermore, using a private key K and the subject-copy image 45, the patch configurations A1 and A2, A3, and A4 are calculated (106), and patches A1 and A2, A3, and A4 are generated according to primary [said / which was called for], secondary, and the Miyoshi moment (108 (that is, it asks for the parameter of a patch of a location, magnitude, a configuration, etc.)). Furthermore, watermark W is embedded using the patches A1 and A2, A3, and A4 which were generated (110).

[0059]

It is possible to perform a decryption with the equipment which knows the private key K. That is, as shown in drawing 10 , it spaces with a private key K, and is attached, and a criteria object is computed using an image (112). Then, for example, the center of gravity for criteria is searched for using the relation described in the form of equality 24 (114). Furthermore, it asks for secondary and the Miyoshi moment using the relation described in the form of equality 25 and 26 (116). Furthermore, it spaces with a private key K, and it is attached, a patch configuration is searched for using an image (118), and this patch configuration is corrected according to the center of gravity, secondary, and the Miyoshi moment for which it was able to ask (120). For example, some modes which search for each patch configuration using the 2-bit key K define a rectangle using 01, define a triangle using 00, define a circle using 10, and define a hexagon using 11. (Mapping of any modes can be set as arbitration and it is not necessary to use the number of the same configuration as what was used in this example, or the same configurations) If the location and configuration of a patch of A1, A2, A3, A4, etc. are searched for, it will be spaced and attached and digital watermarking will be decrypted from an image (122).

[0060]

In some modes, a private key K is transmitted to a decoder through a safe channel. For example, a private key K is held, and the owner of contents may use it if needed and may investigate the copy of a movie it is supposed that was infringed. In some modes, a decoder may be mounted only in a contents owner's machine and Key K may be stored in the form enciphered by the equipment or other equipments. It is good even if usable in a key, when a contents owner is a decryption. In some modes, the private key K includes information, such as the discovery approach for [for criteria] criteria, and/or other information.

[0061]

It can extend to two or more movies and animations easily, and the approach shown in drawing 9 and drawing 10 can be made to apply to them so that it may carry out in some modes of this invention. The movie distributed to a digital type performs the mode of the pad processing shown in drawing 9 which embeds about 50-bit watermark in the image of a movie at "the time of a show." Two or more image frames are used for embedding all 50-bit watermarks in many modes using 3D pad technique (two dimensions are the spatial dimensions of the pixel of an image, and the 3rd dimension is time amount) of this invention (that is, a 50-bit watermark is distributed to two or more image frames). Therefore, in the mode of a corresponding decoder, the embedded watermark is extracted by analyzing a number of image frames which correspond at least. The identification number of a meaning showing the location of the theater where not only a bit but the movie which specifies the show time according to individual of a movie is shown, and the serial number of the meaning of the equipment used for showing a movie may be contained in these 50 bits. When the movie under show is recorded on videotape unjustly (or that is not right, either) with the video camera which the visitor and the operator of a projector carried in in the movie theater, on the movie Loss of resolution, color migration, rotation (for example, a camera is because it is not held at the same include angle as a projection screen), Scale change (for example, whether the movie recorded on videotape is burying the whole frame of a videocassette recorder) To the frame size of a recorder, too greatly Nonlinear distortion (For example, the screen of a movie whose visual field of a video camera is not flat appears from the include angle of a video camera, and/or does not suit the focus of a video camera of a movie screen completely) etc. -- a certain distortion may occur. However, the mode of various watermark decryptions has the resistance using the approach shown in drawing 10 over such distortion, and it can ask for a watermark immediately by inspecting the video recorded on videotape unjustly. (A time amount modulation component brings about resolution loss and the resistance over color migration.) When the video recorded on videotape unjustly is analog format, before a decoder's decrypting, a digital chemically-modified degree is performed.

[0062]

The approach shown in drawing 9 is generalizable to other watermark grant modes. For example, as shown in drawing 8 and drawing 11, from the subject-copy image 45, it asks for a criteria object (124), and the center of gravity is searched for (126), and it asks for secondary and the Miyoshi moment (128). Using the center of gravity and the moment, and the subject-copy image which were called for, the pad location and reinforcement of a watermark are chosen (130) and a watermark is embedded by the selected location and reinforcement (132).

[0063]

Except that the decision of a patch configuration and the decision of a patch space, the decision of a location becomes common and a watermark is decrypted from the location of a watermark, a decryption is performed like drawing 10. As shown in

drawing 12 , it is spaced and attached and, specifically, a criteria object is called for from an image (134). Furthermore, the center of gravity for criteria is searched for (136), and secondary and the Miyoshi moment are called for further (138). It spaces with this information, and it is attached, and from an image, a watermark pad location is called for (140) and a watermark is decrypted (142).

[0064]

Moreover, the thing which this decryption processing searches for for the location for [in the video frame of a movie] criteria, It asks for the center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for criteria, The watermark location known in the distance of a movie is traced using the distance adjusted according to the location, its center of gravity, the second moment, and the Miyoshi moment for criteria, And it can explain also as decrypting the watermark which was traced using the distance by which adjustment was carried out [above-mentioned] and which spaces and is in a location.

[0065]

In various modes of this invention, some examples of the class of distortion which can respond are shown in drawing 13 , drawing 14 , drawing 15 , and drawing 16 .

[0066]

As shown in drawing 13 , since a radix point 50 is traced like a reference direction 52 on the basis of the object in an image or the video frame 45, in various modes of this invention, the location of patches A1 and A2, A3, and A4 is not mixed up by the rotation distortion of an image 45 (in this example, it is 90 degrees at a clockwise rotation to drawing 8). Therefore, the location of the patches A1 and A2 of system of coordinates with which the center of gravity was adjusted, A3, and A4 is eternal to rotational transform.

[0067]

In drawing 14 , an image or the video frame 54 is reversed and (56), reverse image, or reverse video frame 54' is generated. In various modes of this invention, since a radix point 50 is traced on the basis of the object in an image 54 like reference-direction Rx→ and Ry→, the location of patches A1 and A2, A3, or A4 is not mixed up by this conversion. Therefore, the location of the patches A1 and A2 of system of coordinates with which the center of gravity was adjusted, A3, and A4 is eternal to rotational transform. A reference direction is called for using the above-mentioned moment.

[0068]

In drawing 15 , the image or the video frame 56 is applied to the distortion 57 to which a dimension is made to reduce along with reference-direction Ry→. this distortion -- image 56' -- the inner patches A1 and A2, A3, A4, A5, and the configuration of A6, A7, and A8 are distorted. However, since the system of coordinates to which the center of gravity was adjusted are eternal to this conversion, in various modes of this invention, a decryption is attained normally.

[0069]

In drawing 16 , the image or the video frame 58 is applied to the distortion 59 to which a dimension is made to reduce along with reference-direction $R_y \rightarrow$. this distortion -- image 58' -- the inner patches A1 and A2, A3, A4, A5, and the size of A6, A7, and A8 are smaller than anticipation. However, since the system of coordinates to which the center of gravity was adjusted are eternal to this conversion, in various modes of this invention, a decryption is attained normally.

[0070]

Some modes of this invention include both voice vision watermark-ization. Concretely, the digital movie is usually equipped with both the vision channel and the voice channel. Both a vision channel and a voice channel can be used, it can space with robustness, and a watermark can be embedded according to the trade-off between pad ability. For example, in some modes of this invention, a watermark is embedded at both a voice channel and a video channel using the time amount modulation shown in drawing 4 . In some modes, a partial watermark is embedded synchronous at a voice channel and a video channel, or a robust watermark is generated to geometric distortion by embedding a synchronous mark at both a voice channel and a video channel.

[0071]

As shown in drawing 1 and drawing 17 , in order to prevent the alteration of both the trucks aiming at illegal distribution in some modes, [whether while generating the digital signature 64 of the data of the vision stream 60, this signature is made to embed at the voice stream 62, and] Or so that this signature may be made to embed at the video stream 60 or those both may be performed, while generating the digital signature 66 of the data of the voice stream 62 The time pad block 24 and/or the frequency-domain pad block 34 (and/or, still more nearly another field pad block) are constituted. The data with which it spaces, and it is attached and the bona fides of the voice channel of a digital movie and/or a video channel are acquired by this are embedded. In some modes, as two or more data blocks of one stream are used and it is shown in drawing 17 , it can ask for the signature which is delayed slightly and embedded at the stream of another side. This delay can be reduced or removed if pipeline processing is used. In some modes, it can respond to a pad with a quick signature by using a continuous data stream which serves as a checksum generation machine. The detail of the operation about a suitable digital signature generation machine can be found out to U.S. Pat. No. 6,456,726 besides you (Yu) which is incorporated in this specification in the form of a citation as it is and which was delivered on September 24, 2002 under the name of "the multilayer data concealment approach and equipment (Methods and apparatus for multi-layer data hiding)."

[0072]

In the case of the movie (for example, many bits can be made to store in per [of a movie] frame with "just-noticeable-difference" function) which has high data concealment capacity, in some modes of this invention, digital watermarking is

embedded many times at the segment from which a host video stream differs in a field different, respectively, respectively using the various approaches of embedding which raise the processing noise of various classes, and the robustness over distortion.

[0073]

Since a digital movie may be distributed and saved in the state of compression and the watermark grant approach of this invention is performed during playback of a movie, in many modes of this invention, the pad processing which can be performed on real time is used.

[0074]

Movie data [finishing / compression] are made to memorize beforehand in a part of pad processings which can be performed [real-time] using a buffer. For example, two groups or two shots (namely, the movie were shot without interruption with one camera or two sequences of a TV program) which consist of ten images are memorized by the buffer just before playback. Then, the 2nd image group or the 2nd shot is processed, and the watermark corresponding to it is embedded during playback of the first image group or a previous shot. at least one voice of this invention -- it is [as seeming / it / that it sets like and comes out so] also possible to use three or more buffers or to use a circular-buffering system. For example, in some modes of this invention, as shown in drawing 18 , the buffer 37 is further formed between the frequency-domain watermark pad module 44 of drawing 1 , and the digital theater display 40.

[0075]

In some modes of this invention, in order to carry out a real-time pad, a watermark is embedded directly at compressed data. For example, data are embedded in a frequency domain using the suitable conventional frequency-domain pad technique. In another example, data are embedded to a quantization characteristic. In the mode of such many, image restoration includes a decryption (for example, Hoffmann decryption), reverse quantization, and frequency-space conversion. The decrypted quantization characteristic is modulated in one of the high-speed pad techniques used in some modes. Each characteristic is computed after a decryption. When being changed is desirable (that is, human beings, such as just noticeable difference and a JND function, are smaller than the threshold from which it can discriminate in consciousness), the number of a characteristic is modulated by changing one or more steps of quantization so that the single bits 1 or 0 may be embedded. In the mode using an odd number-even modification algorithm, one of the quantization steps is the amount of the maximum modification. Therefore, when the number of phases of quantization is even, quantization is changed and it is made to make it increase or decrease by one step, in order to embed "1." By inspecting the characteristic of in front of a current characteristic or an immediately after, a reduction step or an increment step is adapted so that the artifact which may be generated by the difference between a current characteristic and its neighbor may

be made into the minimum. In the mode which uses a modulo watermark algorithm, a single bit is embedded using a characteristic sequence of numbers by [to which the combination of a characteristic sequence of numbers becomes a desired value (for example, the sum of a total characteristic becomes even number, or becomes smaller than another larger and predetermined number than a predetermined number using a look-up table)] changing the characteristic of one or more pieces like.

[0076]

Furthermore, the thing for which some modes of this invention are the approaches of embedding digital watermarking on a digital movie, and a part of electronic digital representation of a digital movie is temporarily stored in at least one digital representation field, By embedding the whole digital watermarking once [at least] at at least two channels (a vision DCH, a voice DCH, alphabetic character DCH, etc.) of the digital representation of the above-mentioned movie Digital watermarking is embedded to at least one stored digital representation field of the above-mentioned movie, The above-mentioned watermark stream containing the main watermark data and auxiliary (or for control) watermark data (synchronous data etc.) is divided into a partial watermark bit stream (watermark segment), (Time of day, location, etc.) Each partial watermark bit stream is embedded at the segment from which the above-mentioned digital movie differs, respectively, At least one of the above-mentioned partial watermark bit streams is embedded to at least one digital representation field using at least one time human-being vision model, It has embedding the above-mentioned partial watermark bit stream and showing a part of above-mentioned digital movie during generating of the above-mentioned pad using at least two different watermark algorithms or schemas.

[0077]

Therefore, it is robust to distortion of various classes expected about the movie by which the mode of this invention is recorded on videotape at the time of a show at a digital theater, and is reproduced unjustly, and it is clear to offer a tolerant watermark pad. If such a movie recorded on videotape is seized, ***** analysis of it can be carried out at distortion introduced, and it can ask for the location and show time of day when the justification of a movie and/or its image transcription were performed. These analyses can be performed regardless of whether it is distortion which originates whether it is distortion which originates whether it is distortion resulting from an image transcription device in digital to analog conversion in analog-to-digital conversion.

[0078]

Furthermore, that it can improve further could also understand the robustness over distortion, and resistance by using the various watermark embedding approaches indicated by this specification in the form of the combination which may be mutually [individually or] compatible.

[0079]

It has the intention of the deformation which does not pass over explanation of this

invention to instantiation in essence, therefore does not deviate from the main point of this invention with what belongs within the limits of this invention. It should not be considered that such deformation is deviation from the pneuma and the range of this invention.

[Brief Description of the Drawings]

[0080]

[Drawing 1] Drawing 1 is a block diagram showing the equipment which performs a multilayer watermark of a digital movie, and various modes of an approach.

[Drawing 2] In some modes of this invention, drawing 2 is a graph showing watermark weight $\gamma(t)$ added during the shot period of a movie, when one shot of a movie consists of very short frame trains.

[Drawing 3] In some modes of this invention, drawing 3 is a graph showing watermark weight $\gamma(t)$ added during the shot period of a movie, when the shot corresponding to the short shot of drawing 2 consists of a frame train longer than drawing 2.

[Drawing 4] Drawing 4 expresses the data stream by which the back before a watermark is given by the time amount modulation was divided.

[Drawing 5] Drawing 5 expresses the easy image for [by the conventional "patchwork" encoder] watermark grant.

[Drawing 6] Drawing 6 expresses the image of drawing 5 with which the patch location used in the typical example of application of the conventional "patchwork" encoder was chosen.

[Drawing 7] Drawing 7 expresses the image which has the patch location which the conventional "patchwork" decoder takes, although the image shown in drawing 5 is rotated 90 degrees.

[Drawing 8] Drawing 8 expresses drawing of the undistorted condition which shows the patch for watermark pads.

[Drawing 9] Drawing 9 is a flow Fig. showing the various approaches of this invention which forms and uses the patch for watermark pads.

[Drawing 10] Drawing 10 is a flow Fig. showing the various approaches of this invention which traces and decrypts the watermark embedded using the mode of the approach of embedding shown in drawing 9.

[Drawing 11] Drawing 11 is the flow Fig. showing the watermark grant approach which generalized approaches other than the patch pad shown in drawing 9.

[Drawing 12] Drawing 12 is the flow Fig. showing the watermark grant approach which generalized approaches other than the patch pad shown in drawing 10.

[Drawing 13] Drawing 13 is drawing which introduced 90 rotation distortion into the image, when a criteria object is found out on the basis of the object in a drawing.

[Drawing 14] Drawing 14 is drawing which introduced reversal distortion into the image, when a reference direction is found out on the basis of the object in a drawing.

[Drawing 15] Drawing 15 is drawing which introduced nonlinear distortion into the

image, when the location and configuration of the patch for watermark pads are found out on the basis of the target center of gravity.

[Drawing 16] Drawing 16 is drawing which introduced scaling distortion into the image, when the location and configuration of the patch for watermark pads are found out on the basis of the target center of gravity.

[Drawing 17] Drawing 17 expresses the mutual pad of the signature between the voice stream of a digital movie, and a video stream.

[Drawing 18] Before drawing 18 is spaced and attached and shows a movie, they is some block diagrams of drawing 1 showing the modification in which another buffer which stores the shot of a movie temporarily was formed.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[0080]

[Drawing 1] Drawing 1 is a block diagram showing the equipment which performs a multilayer watermark of a digital movie, and various modes of an approach.

[Drawing 2] In some modes of this invention, drawing 2 is a graph showing watermark weight $\gamma(t)$ added during the shot period of a movie, when one shot of a movie consists of very short frame trains.

[Drawing 3] In some modes of this invention, drawing 3 is a graph showing watermark weight $\gamma(t)$ added during the shot period of a movie, when the shot corresponding to the short shot of drawing 2 consists of a frame train longer than drawing 2.

[Drawing 4] Drawing 4 expresses the data stream by which the back before a watermark is given by the time amount modulation was divided.

[Drawing 5] Drawing 5 expresses the easy image for [by the conventional "patchwork" encoder] watermark grant.

[Drawing 6] Drawing 6 expresses the image of drawing 5 with which the patch location used in the typical example of application of the conventional "patchwork" encoder was chosen.

[Drawing 7] Drawing 7 expresses the image which has the patch location which the conventional "patchwork" decoder takes, although the image shown in drawing 5 is rotated 90 degrees.

[Drawing 8] Drawing 8 expresses drawing of the undistorted condition which shows the patch for watermark pads.

[Drawing 9] Drawing 9 is a flow Fig. showing the various approaches of this invention which forms and uses the patch for watermark pads.

[Drawing 10] Drawing 10 is a flow Fig. showing the various approaches of this

invention which traces and decrypts the watermark embedded using the mode of the approach of embedding shown in drawing 9 .

[Drawing 11] Drawing 11 is the flow Fig. showing the watermark grant approach which generalized approaches other than the patch pad shown in drawing 9 .

[Drawing 12] Drawing 12 is the flow Fig. showing the watermark grant approach which generalized approaches other than the patch pad shown in drawing 10 .

[Drawing 13] Drawing 13 is drawing which introduced 90 rotation distortion into the image, when a criteria object is found out on the basis of the object in a drawing.

[Drawing 14] Drawing 14 is drawing which introduced reversal distortion into the image, when a reference direction is found out on the basis of the object in a drawing.

[Drawing 15] Drawing 15 is drawing which introduced nonlinear distortion into the image, when the location and configuration of the patch for watermark pads are found out on the basis of the target center of gravity.

[Drawing 16] Drawing 16 is drawing which introduced scaling distortion into the image, when the location and configuration of the patch for watermark pads are found out on the basis of the target center of gravity.

[Drawing 17] Drawing 17 expresses the mutual pad of the signature between the voice stream of a digital movie, and a video stream.

[Drawing 18] Before drawing 18 is spaced and attached and shows a movie, they is some block diagrams of drawing 1 showing the modification in which another buffer which stores the shot of a movie temporarily was formed.

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-159309

(P2004-159309A)

(43) 公開日 平成16年6月3日(2004.6.3)

(51) Int. Cl. ⁷	F. I	テーマコード (参考)
H04N 7/08	H04N 7/08 Z	5B057
G06T 1/00	G06T 1/00 500B	5C053
H04N 1/387	H04N 1/387	5C063
H04N 5/91	H04N 5/91 P	5C076
H04N 7/081		

審査請求 未請求 請求項の数 48 O L 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2003-325700 (P2003-325700)	(71) 出願人	000005821
(22) 出願日	平成15年9月18日 (2003. 9. 18)		松下電器産業株式会社
(31) 優先権主張番号	10/259, 106		大阪府門真市大字門真1006番地
(32) 優先日	平成14年9月27日 (2002. 9. 27)	(74) 代理人	100077931
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 前田 弘
		(74) 代理人	100094134
			弁理士 小山 廣毅
		(74) 代理人	100110939
			弁理士 竹内 宏
		(74) 代理人	100113262
			弁理士 竹内 祐二
		(74) 代理人	100115059
			弁理士 今江 克実
		(74) 代理人	100117710
			弁理士 原田 智雄

最終頁に続く

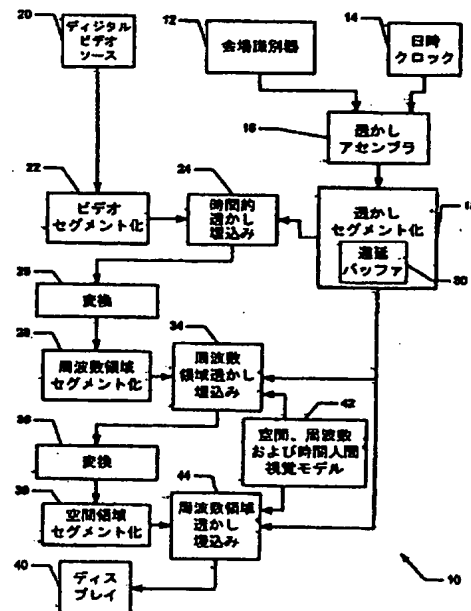
(54) 【発明の名称】 電子透かし方法および装置、並びに透かし復号化方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 デジタル映画の無断コピーから保護する方法を提供する。

【解決手段】 デジタル映画に透かしを埋め込む方法である。この方法は、デジタル映画の電子デジタル表現の一部を少なくとも1つのデジタル表現領域で一時的に格納することと、上記映画の少なくとも1つの格納されたデジタル表現領域に電子透かしを埋め込むことと、上記埋込みの発生中に上記デジタル映画の一部を上映することを備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

デジタル映画に透かしを埋め込む方法であって、
 デジタル映画の電子デジタル表現の一部を少なくとも 1 つのデジタル表現領域で一時的に格納することと、
 上記映画の少なくとも 1 つの格納されたデジタル表現領域に電子透かしを埋め込むことと、

上記埋込みの発生中に上記デジタル映画の一部を上映することを備えた方法。

【請求項 2】

上記透かしを埋め込むことは、デジタル上映装置または映写機を一意に示すかあるいは劇場の場所を示す透かしを埋め込むことである請求項 1 記載の方法。 10

【請求項 3】

上記透かしを埋め込むことは、劇場の場所を示す透かしを埋め込むことである請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

上記透かしを埋め込むことは、上記映画の上映時刻を示す透かしを埋め込むことをさらに備えている請求項 2 記載の方法。

【請求項 5】

上記映画の少なくとも 1 つのデジタル表現領域に透かしを埋め込むことは、上記透かしを上記映画の複数のデジタル表現領域に埋め込むことである請求項 4 記載の方法。 20

【請求項 6】

上記複数のデジタル表現領域は、少なくとも時間領域と周波数領域を含んでいる請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

上記映画に透かしを埋め込むことは、上記映画の複数のフレームにわたって上記透かしの一部を埋め込むことをさらに備えている請求項 2 記載の方法。

【請求項 8】

上記透かしは、50 ビット以下である請求項 7 記載の方法。

【請求項 9】

上記透かしを埋め込むことは、 $f(t)$ を上記映画のビデオフレームとするとき、透かしの強度 α を制御する画像ベースの人間視覚モデル $JND(x, y)_{rct}$ を生成することを備えており、 30

透かし付きフレーム $f'(t)$ は、 W を透かし、 t を時刻とするとき、

$$f'(t) = f(t) + \alpha (JND(x, y)_{rct}) W$$

と記述される請求項 1 記載の方法。

【請求項 10】

上記透かしを埋め込むことは、 $f(t)$ を上記映画のビデオフレームとするとき、透かしの強度 α を制御する画像ベースの人間視覚モデル $JND(x, y)_{rct}$ を生成することを備えており、

透かし付きフレーム $f'(t)$ は、 t を時刻、 W を透かし、 $\gamma(t)$ を t の関数、 α を透かしの重みに対応するパラメータとするとき、 40

$$f'(t) = f(t) + ((\gamma(t) \times (1 - VM(t)))) \times (\alpha \times (JND(x, y)_{rct}) \times (W))$$

と記述され、

δ をパラメータ、 $VD(t)$ を三次元ビデオ人間モデルとすると、 $VD(t) > \delta$ の場合は $VM(t) = 1$ であり、それ以外の場合は $VM(t) = VD(t)$ である請求項 1 記載の方法。

【請求項 11】

上記透かしを埋め込むことは、 $f(t)$ を上記映画のビデオフレームとするとき、透かしの強度 α を制御する画像ベースの人間視覚モデル $JND(x, y)_{rct}$ を生成すること 50

を備えており、

透かし付きフレーム $f'(t)$ は、 W を透かし、 $\gamma(t)$ を t の関数、 $FSS(W, S_i)$ をフレーム毎に透かし W を埋め込むスペクトル拡散透かしアルゴリズム、 S_i を i 番目のシーン、 α をパラメータとすると、

$$f'(t) = f(t) + \gamma(t) \times \alpha \times JND(x, y) \times FSS(W, S_i)$$

と記述される請求項 1 記載の方法。

【請求項 12】

上記透かしを埋め込むことは、上記映画のビデオデータストリームを、予め選択された基準に基づいて、それぞれ持続期間 Ts_1, Ts_2, \dots, Ts_n を有する N 個のセグメント S_1, S_2, \dots, S_n に分割することと、適用される透かしに応じて上記セグメントの一部の持続期間を変更することを備えている請求項 1 記載の方法。 10

【請求項 13】

質量モーメントを用いて上記映画のビデオ画像内の基準点を求めることと、該求めた基準点を基準とするビデオフレームの位置に透かしを埋め込むことをさらに備えている請求項 1 記載の方法。

【請求項 14】

上記質量モーメントを用いて上記映画のビデオ画像内の基準点を求めることは、 $dA = dx dy$ とし、 $\rho(a_i)$ を画素 a_i の特定の色の相対的強度とし、 γ_i を画像の基点と画素 a_i との間の距離とすると、

【数 1】

$$\bar{r}_0 = \frac{\sum_i \rho_i \bar{r}_i}{\sum_i \rho_i} = (x_0, y_0),$$

20

$$R = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}},$$

30

かつ

【数 2】

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}}, \quad \bar{x}_0 = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (x_0 - x_i)^2}{\sum_i \rho_i}}, \quad \text{and} \quad \bar{y}_0 = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (y_0 - y_i)^2}{\sum_i \rho_i}}.$$

40

と記述される関係を利用して、新しい基点と、二次モーメントと、三次モーメントを求めることをさらに備えている請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

上記映画のビデオフレームに鍵または基準対象を埋め込んで物理的な基点を形成することをさらに備えている請求項 13 記載の方法。

【請求項 16】

上記映画のビデオ画像内の基準点を求めることは、基準対象を求めることと、該基準対象の重心を求めることと、上記基準対象の二次モーメントと三次モーメントを求めることをさらに備えており、

上記求めた基準点を基準とするビデオフレームの位置に透かしを埋め込むことは、上記 50

求めた重心、二次モーメントおよび三次モーメントを用いて1つ以上の透かし埋込み位置と1つ以上の透かし埋込み強度を選択することと、上記選択された位置に上記選択された強度で透かしを埋め込むことをさらに備えている請求項13記載の方法。

【請求項17】

上記透かしを埋め込むことは、上記デジタル映画の音声とビデオの両方に透かしを埋め込むことである請求項1位記載の方法。

【請求項18】

上記透かしを埋め込むことは、上記デジタル映画の音声ストリームまたはビデオストリームの少なくとも一方のデジタル署名を求めることと、上記ストリームのデジタル署名を上記他方のストリームに埋め込むことを備えている請求項1記載の方法。

10

【請求項19】

上記音声ストリームのデジタル署名は、上記ビデオストリームに埋め込まれ、上記ビデオストリームのデジタル署名は、上記音声ストリームに埋め込まれる請求項18記載の方法。

【請求項20】

上記映画は圧縮されており、上記埋込みは、上記映画の圧縮データに透かしを埋め込むことである請求項1記載の方法。

【請求項21】

上記映画の圧縮データに透かしを埋め込むことは、量子化指数を変調させることをさらに備えている請求項20記載の方法。

20

【請求項22】

透かしが符号化された映画を復号化する方法であって、
映画のビデオフレーム内の基準対象の位置を求めることと、
上記基準対象の重心と、二次モーメントと、三次モーメントを求めることと、
上記基準対象の位置、上記重心、上記二次モーメントおよび上記三次モーメントに従って調整された距離を用いて、映画における距離で分かる透かしの位置を突き止めることと、
上記調整された距離を用いて突き止められた上記透かしの位置にある透かしを復号化することを備えている方法。

【請求項23】

秘密鍵Kを用いて、透かしのビットが埋め込まれたパッチ形状を求めることをさらに備えている請求項22記載の方法。

30

【請求項24】

上記基準対象の重心と、二次モーメントと、三次モーメントを求めることは、 $dA = dx dy$ とし、 $\rho(a_i)$ を画素 a_i の特定の色の相対的強度とし、 γ_i を画像の基点と画素 a_i との間の距離とすると、

【数3】

$$\bar{r}_0 = \frac{\sum_i \rho_i \bar{r}_i}{\sum_i \rho_i} = (x_0, y_0),$$

40

$$R = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}},$$

50

かつ

【数 4】

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum_i p_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i p_i}}, \quad \bar{x}_x = \sqrt{\frac{\sum_i p_i (x_0 - x_i)^2}{\sum_i p_i}}, \quad \text{and} \quad \bar{x}_y = \sqrt{\frac{\sum_i p_i (y_0 - y_i)^2}{\sum_i p_i}}.$$

と記述される関係を利用して、新しい基点と、二次モーメントと、三次モーメントを求めることをさらに備えている請求項 22 記載の方法。

10

【請求項 25】

デジタル映画に透かしを埋め込む装置であって、

デジタル映画の電子デジタル表現の一部を少なくとも 1 つのデジタル表現領域で一時的に格納し、

上記映画の少なくとも 1 つの格納されたデジタル表現領域に電子透かしを埋め込み、上記埋込みの発生中に上記デジタル映画の一部を上映するよう構成された装置。

【請求項 26】

上記装置は、デジタル上映装置または映写機を一意に示すかあるいは劇場の場所を示す透かしを埋め込むよう構成されている請求項 25 記載の装置。

【請求項 27】

20

上記装置は、劇場の場所を示す透かしを埋め込むよう構成されている請求項 26 記載の装置。

【請求項 28】

上記装置は、上記映画の上映時刻を示す透かしを埋め込むよう構成されている請求項 26 記載の装置。

【請求項 29】

上記装置は、上記透かしを上記映画の複数のデジタル表現領域に埋め込むよう構成されている請求項 28 記載の装置。

【請求項 30】

上記複数のデジタル表現領域は、少なくとも時間領域と周波数領域を含んでいる請求項 29 記載の装置。

30

【請求項 31】

上記装置は、上記映画の複数のフレームにわたって上記透かしの一部を埋め込むよう構成されている請求項 26 記載の装置。

【請求項 32】

上記透かしは、50 ビット以下である請求項 31 記載の装置。

【請求項 33】

上記透かしを埋め込むために、上記装置は、 $f(t)$ を上記映画のビデオフレームとするとき、透かしの強度 α を制御する画像ベースの人間視覚モデル $JND(x, y)_{rct}$ を生成するよう構成されており、

40

透かし付きフレーム $f'(t)$ は、 W を透かし、 t を時刻とするとき、

$$f'(t) = f(t) + \alpha (JND(x, y)_{rct}) W$$

と記述される請求項 25 記載の装置。

【請求項 34】

上記透かしを埋め込むために、上記装置は、 $f(t)$ を上記映画のビデオフレームとするとき、透かしの強度 α を制御する画像ベースの人間視覚モデル $JND(x, y)_{rct}$ を生成するよう構成されており、

透かし付きフレーム $f'(t)$ は、 t を時刻、 W を透かし、 $\gamma(t)$ を t の関数、 α を透かしの重みに対応するパラメータとするとき、

$$f'(t) = f(t) + ((\gamma(t) \times (1 - VM(t)))) \times (\alpha \times (JND$$

50

$(x, y)_{r(t)} \times (W)$
と記述され、

δ をパラメータ、 $VD(t)$ を三次元ビデオ人間モデルとすると、 $VD(t) > \delta$ の場合は $VM(t) = 1$ であり、それ以外の場合は $VM(t) = VD(t)$ である請求項 25 記載の装置。

【請求項 35】

上記透かしを埋め込むために、上記装置は、 $f(t)$ を上記映画のビデオフレームとするとき、透かしの強度 α を制御する画像ベースの人間視覚モデル $JND(x, y)_{r(t)}$ を生成するよう構成されており、

透かし付きフレーム $f'(t)$ は、 W を透かし、 $\gamma(t)$ を t の関数、 $FsS(W, S_i)$ をフレーム毎に透かし W を埋め込むスペクトル拡散透かしアルゴリズム、 S_i を i 番目のシーン、 α をパラメータとするとき、

$f'(t) = f(t) + \gamma(t) \times \alpha \times JND(x, y)_{r(t)} \times FsS(W, S_i)$
と記述される請求項 25 記載の装置。

【請求項 36】

上記透かしを埋め込むために、上記装置は、

上記映画のビデオデータストリームを、予め選択された基準に基づいて、それぞれ持続期間 Ts_1, Ts_2, \dots, Ts_n を有する N 個のセグメント S_1, S_2, \dots, S_n に分割し、

適用される透かしに応じて上記セグメントの一部の持続期間を変更するよう構成されている請求項 25 記載の装置。

【請求項 37】

上記装置は、質量モーメントを用いて上記映画のビデオ画像内の基準点を求め、該求めた基準点を基準とするビデオフレームの位置に透かしを埋め込むようさらに構成されている請求項 25 記載の装置。

【請求項 38】

上記質量モーメントを用いて上記映画のビデオ画像内の基準点を求めるために、上記装置は、 $dA = dx dy$ とし、 $\rho(a_i)$ を画素 a_i の特定の色の相対的強度とし、 γ_i を画像の基点と画素 a_i との間の距離とするとき、

【数 5】

30

$$\bar{r}_0 = \frac{\sum_i \rho_i \bar{r}_i}{\sum_i \rho_i} = (x_0, y_0),$$

$$R = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}},$$

40

かつ

【数 6】

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}}, \quad \bar{x}_0 = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (x_0 - x_i)^2}{\sum_i \rho_i}}, \quad \text{and} \quad \bar{y}_0 = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (y_0 - y_i)^2}{\sum_i \rho_i}}.$$

50

と記述される関係を利用して、新しい基点と、二次モーメントと、三次モーメントを求めるようさらに構成されている請求項 37 記載の装置。

【請求項 39】

上記装置は、上記映画のビデオフレームに鍵または基準対象を埋め込んで物理的な基点を形成するようさらに構成されている請求項 37 記載の装置。

【請求項 40】

上記映画のビデオ画像内の基準点を求めるため、上記装置は、基準対象を求め、該基準対象の重心を求め、上記基準対象の二次モーメントと三次モーメントを求めるようさらに構成されており、

上記求めた基準点を基準とするビデオフレームの位置に透かしを埋め込むため、上記装置は、上記求めた重心、二次モーメントおよび三次モーメントを用いて 1 つ以上の透かし埋込み位置と 1 つ以上の透かし埋込み強度を選択し、上記選択された位置に上記選択された強度で透かしを埋め込むようさらに構成されている請求項 37 記載の装置。 10

【請求項 41】

上記装置は、上記デジタル映画の音声とビデオの両方に透かしを埋め込むよう構成されている請求項 25 記載の装置。

【請求項 42】

上記透かしを埋め込むため、上記装置は、上記デジタル映画の音声ストリームまたはビデオストリームの少なくとも一方のデジタル署名を求め、上記ストリームのデジタル署名を上記他方のストリームに埋め込むよう構成されている請求項 25 記載の装置。 20

【請求項 43】

上記音声ストリームのデジタル署名を上記ビデオストリームに埋め込み、上記ビデオストリームのデジタル署名を上記音声ストリームに埋め込むよう構成されている請求項 42 記載の装置。

【請求項 44】

上記映画の圧縮データに透かしを埋め込むよう構成されている請求項 25 記載の装置。

【請求項 45】

上記映画の圧縮データに透かしを埋め込むため、上記装置は、量子化指数を変調させるよう構成されている請求項 44 記載の装置。

【請求項 46】

透かしが符号化された映画を復号化する装置であって、

映画のビデオフレーム内の基準対象の位置を求め、

上記基準対象の重心と、二次モーメントと、三次モーメントを求め、

上記基準対象の位置、上記重心、上記二次モーメントおよび上記三次モーメントに従って調整された距離を用いて、映画における距離で分かる透かしの位置を突き止め、

上記調整された距離を用いて突き止められた上記透かしの位置にある透かしを復号化するよう構成されている装置。 30

【請求項 47】

秘密鍵 K を用いて、透かしのビットが埋め込まれたパッチ形状を求めるようさらに構成されている請求項 46 記載の装置。 40

【請求項 48】

上記基準対象の重心と、二次モーメントと、三次モーメントを求めるため、上記装置は、 $dA = dx \cdot dy$ とし、 $\rho(a_i)$ を画素 a_i の特定の色の相対的強度とし、 γ_i を画像の基点と画素 a_i との間の距離とすると、

【数 7】

$$\bar{r}_0 = \frac{\sum_i \rho_i \bar{r}_i}{\sum_i \rho_i} = (x_0, y_0),$$

$$R = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}},$$

10

かつ

【数 8】

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}}, \quad \bar{x}_0 = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (x_0 - x_i)^2}{\sum_i \rho_i}}, \quad \text{and} \quad \bar{y}_0 = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (y_0 - y_i)^2}{\sum_i \rho_i}}.$$

20

と記述される関係を利用して、新しい基点と、二次モーメントと、三次モーメントを求めようさらに構成されている請求項 4 6 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタルコンテンツを無断コピーから保護する方法および装置、並びに無断コピーの検出方法および装置に関し、その保護対象のデジタルコンテンツがデジタル映画の形の場合に、特に適用可能である。

30

【背景技術】

【0002】

デジタルコンテンツを無断コピーから保護することに関心が高まっている。上映の瞬間までは暗号化によって保護することができるが、デジタルコンテンツは、上映されると無断使用に対して脆弱になる。そのような上映物を無断使用から保護する公知の方法の1つは、デジタルコンテンツに電子透かしを埋め込むことである。ストリーミングメディアコンテンツに透かしを付与する場合、メディアコンテンツ内にいくつかの情報を気付かれないように隠蔽して、劇場内でのビデオカメラの使用など、復号化後の盗撮の日付、時刻および場所を判定する情報を提供することができる。

40

【0003】

公知の電子透かし技術は、無断のデジタルコピー方法を対象にしている。これらの技術は、ビデオカメラを使ってデジタル再生映画をテープ録画する場合に起こるひどい歪みに耐えられないので、手持ちビデオカメラで製作したデジタル映画のコピーなど、上映時の無断のアナログコピーを防止または追跡する場合には適用不可能である。さらに、メディア内に少量の情報を埋め込む方法は、デジタル映画コンテンツの保護に使用する場合など、上映時の電子透かし付与には適していない。

【0004】

従来より、複数のデータ隠蔽技術が知られている。データ隠蔽の公知技術の1つは、マサチューセッツ工科大学で開発され、本明細書にそのまま引用の形で盛り込まれる「偶然

50

の偽造者を撃退する情報隠蔽(Information Hiding to Foil The Casual Counterfeiter)」、インフォメーション・ハイディング(Information Hiding)、レクチャー・ノート・イン・コンピュータ・サイエンス(LNCS)、ベルリン、シュプリングァー・フェアラーク(Springer-Verlag)、1988年、第1525巻、p. 1-15にグルール(Gruhl)およびベンダー(Bender)によって記述された「パッチワーク」アルゴリズムとして知られている。このアルゴリズムは、複数の「パッチ」を選択した後、そのパッチを修正して透かし埋込みの統計的分布を変更する。パッチ中心は、画像の長さおよび高さ、固定の画素、例えば、画像の[0, 0]番目の画素とを参照して決定される。このシステムは無歪み画像にとっては満足のゆくものであるが、回転歪みや非線形歪み等の画像ひずみは、復号誤差を招来する。

10

【0005】

他にも多数の透かしアルゴリズムが提案されている。一般的な脆弱な電子透かしアルゴリズムは、最下位ビットの変調を行って、最下位ビット(LSB)ストリームに透かしWを埋め込む。この透かしアルゴリズムは、リアルタイムで実施する最も簡単なものに属するが、ある種の変換および信号歪みによって妨害または無効化され得る。

【0006】

本明細書にそのまま引用の形で盛り込まれる、コックス(Cox)他に対する米国特許第5,848,155号には、スペクトル拡散透かしアルゴリズムが記載されている。このアルゴリズムは、最も一般的なロバストな透かしアルゴリズムの一部の基礎となっている。このコックス他のアルゴリズムおよびその多数の改良型は、(低域フィルタリング、再圧縮、白色雑音追加などの)ある種の信号処理雑音に耐えることができるが、デジタル映画のビデオカメラによるコピー時に発生する、D/A-D変換(デジタル-アナログ変換およびその後のアナログ-デジタル変換)、幾何学的画像歪み、および大規模縮小サンプリング変換に対しては同様にはうまくゆかない。

20

【0007】

さらに、本明細書にそのまま引用の形で盛り込まれるジョーンズ(Jones)に対する「メッセージデータを含んだ透かし信号をデジタル画像に埋め込む装置および方法(Systems and method for embedding a watermark signal that contains message data in a digital image)」という名称の米国特許出願公開第2002/0106103号には、デジタル映画に有効な閾値上透かしアルゴリズムが記載されている。しかしながら、画像ベースのアルゴリズムであるので、様々な種類の歪み、特に幾何学的画像歪みを受けると、このアルゴリズムもそれほどうまくはゆかない。

30

【0008】

(発明の概要)

したがって、本発明の様々な態様では、デジタル映画に透かしを埋め込む方法を提供する。この方法は、デジタル映画の電子デジタル表現の一部を少なくとも1つのデジタル表現領域で一時的に格納することと、上記映画の少なくとも1つの格納されたデジタル表現領域に電子透かしを埋め込むことと、上記埋込みの発生中に(埋込を実行しながら)上記デジタル映画の一部を上映することを備えている。

【0009】

本発明の一部の態様は、透かしが符号化された映画を復号化する方法を提供する。この方法は、映画のビデオフレーム内の基準対象の位置を求めることと、上記基準対象の重心と、二次モーメントと、三次モーメントを求めることと、上記基準対象の位置、上記重心、上記二次モーメントおよび上記三次モーメントに従って調整された距離を用いて、映画の距離で分かる透かしの位置を突き止めることと、上記調整された距離を用いて突き止められた上記透かしの位置にある透かしを復号化することを備えている。

40

【0010】

本発明のさらに別の実施態様は、デジタル映画に透かしを埋め込む装置を提供する。この装置は、デジタル映画の電子デジタル表現の一部を少なくとも1つのデジタル表現領域で一時的に格納し、上記映画の少なくとも1つの格納されたデジタル表現領域

50

に電子透かしを埋め込み、上記埋込みの発生中に上記デジタル映画の一部を上映するよう構成されている。

【0011】

また、本発明の様々な態様は、透かしが符号化された映画を復号化する装置を提供する。この装置は、映画のビデオフレーム内の基準対象の位置を求め、上記基準対象の重心と、二次モーメントと、三次モーメントを求め、上記基準対象の位置、上記重心、上記二次モーメントおよび上記三次モーメントに従って調整された距離を用いて、映画の距離で分かる透かしの位置を突き止め、上記調整された距離を用いて突き止められた上記透かしの位置にある透かしを復号化するように構成されている。

【0012】

ビデオの海賊版が発見されると、コンテンツ所有者は、通常、埋め込まれた透かしを復号化するのにかなりの時間をかける余裕がある。したがって、(著作権侵害の正確な時刻と場所が特定できるように)本発明の態様が映画の上映中に透かしをリアルタイムで埋め込むことは望ましいが、通常は、復号化方法および装置が埋込み速度と一致したり、それに近いことは必ずしも必要ではない。

【0013】

本発明のさらに他の利用可能分野は、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。その詳細な説明と具体例は、本発明の好ましい実施形態を示す一方で、例示の目的でのみ意図されており、本発明の範囲を限定するように意図されていないことは理解されるべきである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

本発明は、その詳細な説明と図面により、さらに深く理解できるであろう。

【0015】

以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明の範囲、用途および使用法を限定することは全く意図されていない。

【0016】

本明細書中において、「リアルタイムに透かしをビデオストリームに埋め込む」とは、ビデオストリームが再生または録画されながら埋込み処理が発生することを指すが、埋込みによって、複製されるビデオストリームの再生または録画速度が変わるとしても、埋込みが知覚可能になるほど速度が変化することはない。「上映時に (on-the fly)」埋め込む態様は、リアルタイムに埋め込む態様である。したがって、「上映時に」埋め込む態様の一例は、録画ビデオストリームを意図した速度で再生すると同時に透かしをビデオストリームに埋め込む態様である。

【0017】

本発明の様々な態様は、高レートの埋込み能とひどい歪に対する耐性を有しながら、圧縮ビデオストリームにリアルタイムに埋込み可能な透かしを提供する。特に、本発明の態様によれば、例えば、ビデオ信号または画像の密かなあるいは無断の再記録によって導入される連続的な歪みに対する耐性がもたらされる。このような歪みには、デジタル-アナログ (DA) およびアナログ-デジタル (AD) 変換、再圧縮/トランスコード変換、(例えば、観客が持ち込んだビデオカメラによって不正に再録画される映画が受ける) わずかな回転とクロッピングによる幾何学的変換および高度なスケール変換、色彩変換、フレーム落ちや時間ジッタリングなどの時間変換によって引き起こされる歪みがある。

【0018】

本発明の様々な態様は、映画が不正に録画された場所または会場を特定するのに有効である。これらの態様および他の様々な態様では、埋め込まれた透かしが上映日、上映時刻および上映場所を特定する情報を含んでいれば十分である。100万ものデジタル映画館が存在すると仮定すると、この情報を平均的な長さの映画、例えば約90分の映画に対してロバストに格納するには、多くとも約50ビットで十分である。埋め込まれたビットには、例えば、上映日に相当する15ビット、特定のために十分な精度で上映時刻を提示

するのに5ないし11ビット、上映会場に関する20ないし24ビットが含まれる。様々な態様において、上映会場ビットは、劇場に割り当てられた、あるいはデジタル上映装置または映写機に割り当てられた一意の識別番号からなる。

【0019】

本発明の一部の態様では、透かしWは、P個のセグメント $W = \{W_1, W_2, \dots, W_P\}$ からなり、ホストビデオVに埋め込まれる。例えば、 W_1 はデジタル映画館の場所および/または他の識別子を表し、 W_2 は透かし付き作品の上映時刻を表す。さらに、Vは、空間領域、周波数領域、時間領域、ビット領域などの1つ以上の領域および空間内でQ個のセグメント $V = \{V_1, V_2, \dots, V_{Q1}\} = \{V_{Q1+1}, V_{Q1+2}, \dots, V_{Q2}\} = \dots = \{V_{Q2+1}, V_{Q2+2}, \dots, V_{Q-1}, V_Q\}$ からなる。Wは、時刻データや場所データなどの他の透かしデータの抽出を支援する、同期データなどの制御データをさらに含んでいてもよい。このように、本発明の一部の態様は、透かしデータの多層埋込みを支援する。すなわち、

$$V' = V + f(W) = V'_1 + V'_2 + \dots + V'_{Q1} \quad (1)$$

$$= V'_{Q1+1} + V'_{Q1+2} + \dots + V'_{Q2} \quad (2)$$

$$= \dots = V'_{Q2+1} + V'_{Q2+2} + \dots + V'_{Q-1} + V'_Q \quad (3)$$

但し、

$$Q_1 < Q_2 < \dots < Q_z < Q \quad (4)$$

さらに、

$$V'_q = V_q + f_q(W_q) \quad (5)$$

但し、

【0020】

【数9】

$$W_q = \sum_{j=1, J}^p W_j, \quad \forall q \in [1, Q], p \in [1, P], j \in [1, P] \text{ and } J < P, \quad (6)$$

f_q は、既知の透かし関数、または本明細書に記載の本発明の透かし関数態様の1つ以上または全てからなる関数である。

【0021】

一例として有用な単純な一態様では、透かしは、2つのセグメント W_1 および W_2 に分割される。10個のショットを有するビデオVは、まず、時間領域で、ショットに基づくセグメント化によって10個のセグメントに分割される。次に、Vは、ショット2、ショット4、ショット5など、選択されたショットについて周波数領域に分割される。これらショットのそれぞれは、低周波数帯セグメント、中間周波数帯セグメントおよび高周波数帯セグメントにさらに分割され、 $Q_1 = 10$ 、 $Q_2 - Q_1 = 9$ 、 $Q = 10 + 9 = 19$ 、 $q \in [1, 19]$ 、 $p \in [1, 2]$ 、 $j \in [1, 2]$ および $J < 2$ となる。この単純な例は、2層のみに限定されているが、本発明の他の態様ではこのように限定される必要がないことは勿論である。

【0022】

様々な態様において、図1に示すように、デジタルビデオストリームに透かしを多層に埋め込む装置10は、会場識別器12と、日時クロック14を備えている。会場識別器12は、例えば、20ないし24個のビットからなる上映会場の固定の識別子、または映写装置の一意の通し番号である。(大部分の態様では、会場識別器12は、装置の操作者や所有者が容易に変更するべきではない。) 日時クロック14は、例えば、15ビットの日付を生成するカレンダーと、その映画の上映を特定するのに十分な精度の時刻データ、例えば、5ないし11ビットのデータである。

【0023】

会場識別器 12 が出力する会場識別子と、日時クロック 14 が出力する日時は、透かしアセンブラ 16 によって透かしストリングに結合される。装置 10 の一部の態様では、映画の上映中に時刻表示を変更することが可能であるが、透かしアセンブラ 16 の他の態様では、多くの場合、映画の不正コピーが実行された会場と上映時刻とを特定するには、映画開始時刻と会場場所とで十分であるので、映画開始時に日時クロックが出力する時刻のみを利用する。透かしアセンブラ 16 は、上述したように、集められた透かし W を P 個のセグメントで出力する。最終セグメント W_p が出力されると、出力は、最初のセグメント W_1 から再開する。上述のセグメントの関数 $f_i(W_i)$ が求められ、透かしセグメントバッファ 18 に格納される。そして、デジタル映画の電子デジタル表現の一部が少なくとも 1 つのデジタル表現領域で一時的に格納される。

10

【0024】

透かしセグメントが出力および格納されているときに、デジタルビデオソース 20 がビデオセグメント化バッファ 22 にセグメント V_i を出力するもう一方の並行処理が発生する。時間的透かし埋込みモジュール 24 は、ビデオセグメント化バッファ 22 によって伝送された現在のデジタルビデオセグメントに、現在の透かしセグメント 18 を埋め込む。その後、透かし付きセグメントは、例えば、デジタルビデオが非圧縮フォーマットの場合には逆量子化変換モジュール 26 による、デジタルビデオが非圧縮フォーマットの場合には周波数変換モジュール 26 によるコーディングによって変換され、周波数領域セグメントバッファ 28 に格納される。一方、続く変換 26 および 36 の後に、周波数透かし埋込みモジュール 34 および空間的透かし埋込みモジュール 44 は、現在のデジタルビデオセグメントに、セグメントバッファ 18 が伝送する（場合によっては、遅延 30 を経た）該当する透かしセグメントを埋め込む。一部の態様では、遅延 30 は、埋込みモジュール 24 と同じ透かしセグメント（または、それに対応する 1 つ以上のセグメントからなる関数）が埋込みモジュール 34 および 44 でデジタルビデオの異なる層の対応するセグメントに確実に埋め込まれるように実行される。しかしながら、この対応関係は、本発明の態様が首尾よく実行されるのに絶対に必要とされるものではない。それぞれ異なる透かし埋込みアルゴリズムを用いて、デジタルビデオのそれぞれ異なるセグメントの異なるフレームに異なる透かしセグメント埋込みを実行してもよい。例えば、周波数領域のビデオフレーム列を、低周波数サブバンド、中間周波数サブバンドおよび高周波数サブバンドに分割することができる。最高のロバスト性を要件とする透かしセグメントを、例えば、相対的に透かし強度の低いスペクトル拡散透かしアルゴリズムを用いて、中間周波数サブバンドセグメントに埋め込んでもよい。よりロバスト性要件が強い透かしセグメントを、例えば、有効ビット変調といった別のアルゴリズムを用いて、高周波数サブバンドのセグメントに埋め込んでもよい。透かしセグメントの一部または全部をモジュール 34 および 44 で埋め込むには、時間領域、空間領域および周波数領域の人間視覚モデル 42 が使用される。埋込みモジュール 34 での埋込みの後、周波数領域の透かし付きビデオがモジュール 36 で変換され、ビデオデータ列が、モジュール 44 で透かしの残りの部分を空間領域に埋め込むために空間領域に変換される。さらに、透かし付きビデオは、劇場デジタルディスプレイ 38 に表示するために使用される。一時的格納により、デジタル映画の一部は、埋込み発生と同時に上映される。言い換えると、埋込みは、リアルタイム、すなわち、「上映時に」発生すると見なすことができる。

20

30

40

【0025】

図 1 は、2 層埋込みの態様を例示したものであるが、本発明の他の態様では、単層埋込みや 3 つ以上の領域での多層埋込みを採用したり、図 1 に示すものと異なる埋込み領域が採用されることも理解されるべきである。

【0026】

二次元 (2D) 透かし挿入を用いた従来のビデオ電子透かし技術を、本発明の一部の態様において、適切な透かし関数 f_i として使用することができる。ビデオの各フレームは個別の画像として扱われ、各フレームには、静止画像用に構成された公知の画像透かし技術を用いて、透かしが埋め込まれる。透かしの「強度」（すなわち、画像の変化量または

50

変化強度)は、J P E G (高損失圧縮化24ビットカラー画像記憶フォーマット用ジョイントフォトグラフィックエキスパートグループ規格)圧縮アルゴリズムによるJND(最小弁別値)モデルなどの人間視覚モデルによって制御される。したがって、画像の場合、Iをホスト(すなわち、入力)画像、I'を透かし付き(すなわち、出力)画像、Wを透かし、 α をJNDから発生したスカラー量とすると、

$$I' = I + \alpha W \quad (7)$$

となる。

【0027】

本発明の一部の態様では、ビデオ入力 $f(t)$ に作用して、以下の等式によって記述される従来の2D透かし挿入技術を用いてビデオ出力 $f'(t)$ に透かしWを挿入する。 10

$$f'(t) = f(t) + \alpha W \quad (8)$$

【0028】

ここで、ビデオ入力 $f(t)$ の各フレームは、透かし強度を制御する画像ベースの人間視覚モデルJND(x, y) $r_{(t)}$ を生成するために使用され、JND(x, y) $r_{(t)}$ は α を生じる。すなわち、

$$f'(t) = f(t) + \alpha (JND(x, y) r_{(t)}) W \quad (9)$$

【0029】

本発明の一部の態様は、従来の2D透かし挿入技術の改良型として、新規の三次元(3D)透かし技術を使用する。具体的には、ビデオ透かしのロバスト性を向上させるため、JND(x, y)とVD(t)との関数である三次元(3D)ビデオ人間モデルHVM(x, y, t)を使用する。Tを時間的人間視覚モデルの持続期間とし、現在のビデオフレームが t 番目のフレームである、すなわち、時刻 t にあると仮定する。本発明の一部の態様では、Tの総計である $[t - \beta T, t + (1 - \beta) T]$ フレームを使用して、現在のビデオフレームの維持可能な歪み量を導出する。Tは、発見的関数を用いて定義される人間の視覚の時間的コントラスト感度関数や、一連の試験データの統計的な解析、またこれらの組合せから導出することができる。そこで、

$$t' = \{t - \beta T, \dots, t, \dots, t + (1 - \beta) T\} \quad (10)$$

のとき、

$$VD(t) = g(f(t')) = g(f(t - \beta T), \dots, f(t), \dots, f(t + (1 - \beta) T)) \quad (11)$$

とする。但し、 $f(t)$ および $g(t)$ は、例えば、一連の試験データまたはその一部の組合せを統計的に解析することによって導出された発見的関数を用いて定義される人間の視覚の時間的コントラスト感度関数から導出される関数、 β は、T、 $f(t)$ および $g(t)$ とともに導出されるスカラー量である。VD(t) $>\delta$ の場合にVM(t)=1と記述され、それ以外ではVM(t)=VD(t)と記述される関数を定義すると、以下に記述される関係を用いてビデオに透かしWが付与される。

【0030】

$$f'(t) = f(t) + (\gamma(t) \times (1 - VM(t))) \times (\alpha \times JND(x, y) r_{(t)}) \times W \quad (12)$$

但し、 α および δ はユーザが選択可能なパラメータ、 $\alpha \leq 1$ は電子透かしの重みに相当し、 $\gamma(t)$ はユーザが選択可能な t の関数である。 40

【0031】

本発明の一部の態様では、 S_i が i 番目のシーンを指すとき、シーン変動関数F(W, S_i)を用いて透かしの耐性をさらに向上させる。したがって、以下に記述される関係を利用してビデオに透かしWが付与される。

【0032】

$$f'(t) = f(t) + (\gamma(t) \times (1 - VM(t))) \times (\alpha \times JND(x, y) r_{(t)}) \times F(W, S_i) \quad (13)$$

【0033】

適切な α および $\gamma(t)$ を選択するなど、様々な用途の様々な要件に最良適合するよう 50

に等式 12 および等式 13 を変形可能であることは明らかである。例えば、人間視覚システムの時間的コントラスト感度は、他の多くのパラメータのみならず、動きベクトル速度およびショット遷移周波数の関数である。例えば、3つの連続ショット Shot1、Shot2 および Shot3 の中間ショット Shot2 の持続期間が、2 フレーム長など、非常に短い場合、人間視覚システムは、Shot2 の期間中に高周波数領域に導入されるアーティファクトを容易に検出する能力を有していない。この場合、透かしは、Shot2 の期間中に、空間領域および周波数領域に高い強度で埋め込むことができる。したがって、図 2 に示すように、Shot2 の期間中に $\gamma(t)$ を 1 に設定することが可能であり、すなわち、 $t \in \text{Shot2}$ のとき、 $\gamma(t) = 1$ であり、おそらく、 α を 1 より高く設定することができる。これらの設定により、ビデオに可視のアーティファクトを導入することなく、様々な種類の大きな歪みに対する高い透かしロバスト性が導入される。Shot2 が長いショットの場合は、図 3 に示すような関数 $\gamma(t)$ がより適切である。この場合、表示周波数が非常に低い場合、例えば、0.1 フレーム毎秒のとき、電子透かしの強度をゆっくりと上昇させた後に低下させることにより、Shot2 のフレーム間の視覚アーティファクトがゆっくりと増加し、減少することになる。しかしながら、通常の表示周波数（約 24 ないし 48 フレーム毎秒）が使用される場合は、可視のアーティファクトを全く観察することができない。単純化した態様では、従来技術のスペクトル拡散透かしアルゴリズム F s s から、 $VD(t) = 0$ 、定数 α 、現在のフレーム t の空間領域（画像ベースの）JND 関数 $JND(x, y)$ を利用して、フレーム毎に透かし W を埋め込むことができる。上記の両方の場合、

$$f'(t) = f(t) + \gamma(t) \times \alpha \times JND(x, y)_t \times F s s(W, S_i) \quad (14)$$

となる。

【0034】

したがって、図 1 に示すように、図面に示す態様など、装置態様 10 に利用されるモジュール 24 などの時間的透かし埋込みモジュールは、等式 12 に記述された関係または等式 13 に記述された関係を利用して、ビデオデータ V に透かし W を埋め込むことができる。

【0035】

図 4 に示すように、本発明の一部の態様では、時間変調により、ビデオデータに透かし W が埋め込まれる。時間変調は、ビデオ信号の時間領域表現で埋込みが発生するという点で 1 つの時間的透かし埋込み型であるが、時間変調は、セグメントの持続期間が適用される電子透かしに応じて変化するという点で他の時間的埋込み型と異なっている。ビデオデータストリーム 41 は、予め選択された基準に基づいて、時間軸に沿って、それぞれ対応する持続期間 $T s_1, T s_2, \dots, T s_N$ を有する N 個のセグメント S_1, S_2, \dots, S_N に分割される。但し、 $T s = T s_1 + T s_2 + \dots + T s_N$ のとき、 $V s_q = V t_{s_1} + V t_{s_2}$ であり、 $S_q \in [1, Q]$ 、 S_i および $S_j \in [1, S_N]$ である。例えば、シーンに基づく分割により、ビデオストリーム 41 がショット境界 43 でセグメント化され、バイライン型のセグメント化バッファ 22 が常に変調用の 1 個のショットまたはセグメント S_1, S_2, \dots, S_N を格納することになる。透かし付与後は、透かし付きビデオストリーム 41' のセグメント S'_1, S'_2, \dots, S'_N の一部の持続期間が、付与される透かしに応じて、原ビデオストリーム 41 の透かしのないセグメント S_1, S_2, \dots, S_N と相違する。

【0036】

時間的透かし埋込みモジュール 24 において透かしビット w を埋め込むため、 $T s_i$ および $T s_j$ は以下のように変更される。鍵 k について

【0037】

【数10】

$$\Delta = kDT = k \begin{bmatrix} d1 \\ d2 \\ \vdots \\ dK \end{bmatrix} T \quad (15)$$

10

【0038】

とする。\$Ts_i < \Delta\$ および \$w=1\$ のとき、\$T's_i = Ts_i + \Delta T\$、\$T's_j = Ts_j - \Delta T\$ であり、\$T's_i \ge \Delta\$ となる。一方、\$Ts_i > \Delta\$ および \$w=0\$ のとき、\$T's_i = Ts_i - \Delta t\$、\$T's_j = Ts_j + \Delta t\$ であり、\$T's_i \le \Delta\$ となる。これにより、\$V's_q = Vs_q + w\$ が生成される。この例では、ショット2個（持続期間）に基づく変調を利用して1個のビットを埋め込んでいるが、ショット多数個の変調を利用することによって1個のビットを埋め込んだり、2個以上のショット（持続期間）の変調を利用することによって多数個のビットを埋め込むことも可能であることは勿論である。

20

【0039】

毎秒 \$ts\$ 個のフレームというビデオフレームレートで、\$M = ts \cdot T\$ と定義すると、

【0040】

【数11】

$$s_i = \{f'_1, f'_2, \dots, f'_{M_i}\} = \{f_{\Sigma_{h=1, j-1} Mh+1}, f_{\Sigma_{h=1, j-1} Mh+2}, \dots, f_{\Sigma_{h=1, j-1} Mh+M_i}\} \quad (16)$$

および \$t = \Delta - Ts_i\$ となる。したがって、\$w=1\$ の透かしビットを埋め込むため、

【0041】

【数12】

30

$$m = \sum_{h=1, j-1} Mh + Mi + ts \cdot t + 1 \text{ to } M \quad (17)$$

および

【0042】

【数13】

$$m \notin \left[\sum_{h=1, j-1} Mh+1, \sum_{h=1, j-1} Mh+M_j \right], \quad (18)$$

40

のとき、

$$f_n = f_{n-ts \cdot t} \quad (19)$$

であり、

【0043】

【数 1 4】

$$m \in \left[\sum_{h=1,j-1} Mh+1, \sum_{h=1,j-1} Mh+Mj \right], \quad (20)$$

のとき、

【0 0 4 4】

【数 1 5】

10

$$f_m = f_{\frac{r_{0,j}}{r_{0,j}+1}(m-\sum_{h=1,j-1} Mh+1)}; \quad (21)$$

であり、

【0 0 4 5】

【数 1 6】

$$m = \sum_{h=1,i-1} Mh+Mi+1 \text{ to } \sum_{h=1,i-1} Mh+Mi+ts \cdot t, \quad (22)$$

20

のとき、

【0 0 4 6】

【数 1 7】

$$f_m = \frac{f_{\sum_{h=1,i-1} Mh+Mi}}{ts \cdot t} \left(ts \cdot t - m + \sum_{h=1,i-1} Mh+Mi+1 \right). \quad (23)$$

であるとする。

【0 0 4 7】

30

本発明の一部の態様では、パッチ位置を利用して空間領域にビットを埋め込む。三次元 (3D) 埋込みの場合、透かしビットは、映画のビデオストリームの複数の画像フレームに埋め込まれる。基準点によって定義された距離を利用してパッチに透かしを埋め込む公知の方法の1つは、上記に引用され、盛り込まれたグルーヴ (Gruhl) およびベンダー (Bender) による「パッチワーク」透かし埋込みアルゴリズムである。

【0 0 4 8】

例えば、図5に示す画像またはビデオフレーム45の簡略化された表現について考察する。図6に示すように、「パッチワーク」透かし埋込みモジュールは、1個の原画素46 (この例では、左上隅の画素) と、透かしビット埋込み用の複数のパッチ位置A1、A2、A3およびA4を選択する。図6を保有し、原画素46の位置とパッチ位置A1、A2、A3およびA4が分かっている透かし復号化モジュールは、画像またはビデオフレーム45から埋め込まれた透かしを取り出すことができる。

40

【0 0 4 9】

しかしながら、画像またはビデオフレーム45が回転すると、原画素46の位置が変化し、復号化モジュールが混同を起こすことになる。例えば、図6に示すように、原画素46が画像またはビデオフレーム45の左上隅に位置すると仮定する。原画素46が時計回りに90度回転させられると、図7に示すように、画像またはビデオフレーム45の右上隅に位置する。従来のパッチワーク復号器であれば、画素46'を図7の左上隅の位置にあると想定し、パッチ位置A1'、A2'、A3'およびA4'を透かし埋込み用位置であると想定することになる。このように想定すれば、復号化に失敗することになる。画像

50

が回転、伸長、圧縮などによって幾何学的に変更された場合、原画素46は移動しているか、画面から外れていることさえある。したがって、透かしの位置も、幾何学的変更の前に設定されていた原画素に対して変化している。さらに、画像が縮尺変化している場合は、原画素が変化していなくても、透かしの位置が変化する。

【0050】

本発明の一部の態様では、ビデオの歪みに対するロバスト性を高めるため、質量モーメントを利用してビデオ画像内の基準点を決定する。例えば、本発明の一部の態様では、基準点として質量モーメントを使用し、「パッチワーク」透かし埋込みアルゴリズムの距離を定義する。質量モーメントを用いて基準点および/または形状寸法を決定するよう変更可能な他の透かしアルゴリズムも、本発明の態様に適している。

10

【0051】

質量モーメントを使用して、対象に基づく相対単位長さによる距離を定義する。基点は画像内の対象を基準にして設定されるが、上記対象は、必ずしも画像の境界領域内にある必要はない。したがって、画像の境界領域の複数の画素が画面から除去されても、基点は変化しない。さらに、距離の単位長さは、固定ではなく、相対的である。したがって、画像の縮尺が変化すると、それに応じて単位長さの縮尺も変化するので、電子透かしの不変に突き止めることができる。

【0052】

$dA = dx dy$ とし、 $\rho(a_i)$ を画素 a_i の特定の色の相対的強度とし、 r_i を画像の基点と画素 a_i との間の距離とする。ここで、本発明の一部の態様では、以下に記述され

20

【0053】

【数18】

$$\bar{r}_0 = \frac{\sum_i \rho_i \bar{r}_i}{\sum_i \rho_i} = (x_0, y_0) \quad (24)$$

$$R = \sqrt{\frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}} \quad (25)$$

30

かつ

【0054】

【数19】

$$\bar{x} = \frac{\sum_i \rho_i (\bar{r}_0 - \bar{r}_i)^2}{\sum_i \rho_i}, \quad \bar{x}_0 = \frac{\sum_i \rho_i (x_0 - x_i)^2}{\sum_i \rho_i}, \quad \text{and} \quad \bar{y}_0 = \frac{\sum_i \rho_i (y_0 - y_i)^2}{\sum_i \rho_i} \quad (26)$$

40

【0055】

したがって、選択された埋込み用パッチの重心と相対長さおよび幅が、等式24、25および26によって求められたモーメントを利用して求められる。また、本発明の一部の態様では、画像またはビデオフレーム45に基準対象を鍵の形で埋め込んでメディアの物理的基点を形成し、安全性およびロバスト性のレベルをさらに高める。

【0056】

映画の特定の色の相対的強度は、その映画の時間領域、空間領域および周波数領域と同様に、デジタル表現領域の1種類であると見なされる。各色、または色を表す各直交符号化は、映画の異なったデジタル表現領域であると見なされる。透かし埋込みは、各色

50

、色を表す各直交符号化など、映画のそれぞれ異なるデジタル表現領域のそれぞれにおいて個別に行うことができる。

【0057】

図8に、透かし埋込み用にパッチA1、A2、A3およびA4が選択された画像50を示す。パッチ位置とパッチ数の選択は、標準的な方法で行われ、「パッチワーク」アルゴリズムなどの公知のアルゴリズムに従ってもよい。しかしながら、本発明の一部の態様では、パッチA1、A2、A3およびA4の位置と形状は、図9に示す方法の一態様を用いて決定される。

【0058】

具体的には、図8および図9に示すように、秘密鍵Kを用いて無歪みの原画像45内の基準対象50を決定する(100)。その後、例えば、等式24の形で記述された関係を利用して基準対象の重心を求める(102)。さらに、例えば、等式25および26の形で記述された関係を利用して二次および三次モーメントを求める(104)。さらに、秘密鍵Kと原画像45を用いて、パッチ形状A1、A2、A3およびA4を求め(106)、前記求められた一次、二次および三次モーメントに従って、パッチA1、A2、A3およびA4を生成する(すなわち、位置、大きさ、形状などのパッチのパラメータを求める)(108)。さらに、生成されたパッチA1、A2、A3およびA4を利用して、透かしWを埋め込む(110)。

【0059】

秘密鍵Kを知っている装置によって、復号化を実行することが可能である。すなわち、図10に示すように、秘密鍵Kと透かし付き画像とを利用して、基準対象を算出する(112)。その後、例えば、等式24の形で記述された関係を利用して、基準対象の重心を求める(114)。さらに、等式25および26の形で記述された関係を利用して、二次および三次モーメントを求める(116)。さらに、秘密鍵Kと透かし付き画像とを利用してパッチ形状を求め(118)、このパッチ形状を、求められた重心と二次および三次モーメントに従って修正する(120)。例えば、2ビットの鍵Kを用いて各パッチ形状を求める一部の態様では、01を用いて方形を定義し、00を用いて三角形を定義し、10を用いて円を定義し、11を用いて六角形を定義する。(いかなる態様のマッピングも任意に設定可能であり、この例で使用したものと同一形状や同一形状の数を用いる必要はない。)A1、A2、A3、A4等のパッチの位置と形状が求められると、透かし付き画像から電子透かしが復号化される(122)。

【0060】

一部の態様では、秘密鍵Kが安全な通信路を介して復号器に送信される。例えば、コンテンツの所有者が、秘密鍵Kを保有し、必要に応じてそれを使用して、侵害されたとされている映画のコピーを調査してもよい。一部の態様では、コンテンツ所有者の機械にのみ復号器が実装され、その装置または他の装置に暗号化された形で鍵Kが格納されていてもよい。コンテンツ所有者が復号化の時点で鍵を使用可能にしてもよい。一部の態様では、秘密鍵Kが、基準対象、基準対象の発見方法等の情報、および/または他の情報を含んでいる。

【0061】

図9および図10に示す方法は、本発明の一部の態様において実施されるように、複数の映画や動画に容易に拡張して適用させることができる。デジタル的に配布される映画は、映画の画像に約50ビットの透かしを「上映時」に埋め込む、図9に示す埋込み処理の態様を実行する。3D埋込み技術(二つの次元は画像の画素の空間的寸法であり、第3の次元は時間である)を利用する本発明の多くの態様では、50ビットの透かし全てを埋め込むのに2個以上の画像フレームを利用する(すなわち、2個以上の画像フレームに50ビットの透かしが配分される)。したがって、対応する復号器の態様では、少なくとも対応する数の画像フレームを解析することにより、埋め込まれた透かしを抽出する。これら50ビットには、映画の個別の上映日時を特定するビットのみならず、映画が上映される劇場の場所を表す一意の識別番号や、映画を上映するのに使用される装置の一意の通し

番号が含まれていてもよい。上映中の映画が、例えば客や映写機の操作者が映画館内に持ち込んだビデオカメラで不正に（あるいはそうでなくても）録画されると、その映画には、解像度の損失、色移動、回転（例えば、カメラが映写スクリーンと同じ角度で保持されないことによる）、縮尺変化（例えば、録画された映画がビデオレコードのフレーム全体を埋めていないか、レコードのフレームサイズに対して大きすぎる）、非線形歪み（例えば、ビデオカメラの視野が平坦でない、映画のスクリーンがビデオカメラの角度から見える、および／またはビデオカメラが映画スクリーンの焦点と完全に合っていない）など、なんらかの歪みが発生する可能性がある。しかしながら、図10に示す方法を利用する様々な透かし復号化の態様はこれらの歪みに対する耐性があり、不正に録画されたビデオを検査することで、透かしを即座に求めることができる。（時間変調成分が解像度損失と色移動に対する耐性をもたす。）不正に録画されたビデオがアナログ形式の場合は、復号器が復号化の前にデジタル化工程を実行する。 10

【0062】

図9に示す方法は、他の透かし付与態様に対して一般化することができる。例えば、図8および図11に示すように、原画像45から、基準対象を求め（124）、その重心を求め（126）、そして、二次および三次モーメントを求める（128）。求められた重心およびモーメントと原画像とを用いて、透かしの埋込み位置と強度を選択し（130）、選択された位置と強度で透かしを埋め込む（132）。

【0063】

パッチ形状の決定とパッチの決定が透かし位置の決定に一般化され、透かしの位置から透かしが復号化される以外は、図10と同様にして復号化が実行される。具体的には、図12に示すように、透かし付き画像から基準対象が求められる（134）。さらに、基準対象の重心が求められ（136）、さらに、二次および三次モーメントが求められる（138）。この情報と透かし付き画像とから、透かし埋込み位置が求められ（140）、透かしが復号化される（142）。 20

【0064】

また、この復号化処理は、映画のビデオフレーム内の基準対象の位置を求めること、基準対象の重心、二次モーメントおよび三次モーメントを求めること、基準対象の位置、その重心、二次モーメントおよび三次モーメントに従って調整された距離を用いて、映画の距離で分かる透かし位置を突き止めること、および上記調整された距離を用いて突き止められた透かし位置にある透かしを復号化することとしても説明することができる。 30

【0065】

本発明の様々な態様において対応可能な歪みの種類のいくつかの例を図13、図14、図15および図16に示す。

【0066】

図13に示すように、本発明の様々な態様では、基点50が、基準方向52と同様に、画像またはビデオフレーム45内の対象を基準にして突き止められるので、画像45の回転歪み（この例では、図8に対して時計回りで90度）によって、パッチA1、A2、A3およびA4の位置が混同されることはない。したがって、重心が調整された座標系のパッチA1、A2、A3およびA4の位置は、回転変換に対して不変である。 40

【0067】

図14では、画像またはビデオフレーム54が反転されて（56）、反転画像または反転ビデオフレーム54'が生成されている。本発明の様々な態様では、基点50が、基準方向R_x→およびR_y→と同様に、画像54内の対象を基準として突き止められるので、この変換によってパッチA1、A2、A3またはA4の位置が混同されることはない。したがって、重心が調整された座標系のパッチA1、A2、A3およびA4の位置は、回転変換に対して不変である。基準方向は、上記のモーメントを用いて求められる。

【0068】

図15では、画像またはビデオフレーム56が、基準方向R_y→に沿って寸法を縮小させる歪み57にかけられている。この歪みにより、画像56'内のパッチA1、A2、A 50

3、A 4、A 5、A 6、A 7およびA 8の形状が歪んでいる。しかしながら、重心が調整された座標系がこの変換に対して不変であるので、本発明の様々な態様では、復号化が正常に達成される。

【0069】

図16では、画像またはビデオフレーム58が、基準方向Ry→に沿って寸法を縮小させる歪み59にかけられている。この歪みにより、画像58'内のパッチA1、A2、A3、A4、A5、A6、A7およびA8のサイズが予想よりも小さくなっている。しかしながら、重心が調整された座標系がこの変換に対して不変であるので、本発明の様々な態様では、復号化が正常に達成される。

【0070】

本発明の一部の態様は、音声視覚相互透かし化を含んでいる。具体的に、デジタル映画は、通常、視覚チャンネルと音声チャンネルの両方を備えている。視覚チャンネルと音声チャンネルの両方を使用し、ロバスト性と透かし埋込み能との間のトレードオフに従って透かしを埋め込むことができる。例えば、本発明の一部の態様では、図4に示す時間変調を用いて、音声チャンネルとビデオチャンネルの両方に透かしが埋め込まれる。一部の態様では、音声チャンネルとビデオチャンネルに同期的に部分透かしが埋め込まれたり、音声チャンネルとビデオチャンネルの両方に同期マークを埋め込むことによって幾何学的歪みに対してロバストな透かしが生成されたりする。

【0071】

一部の態様では、図1および図17に示すように、違法な配布を目的とする両トラックの改変を防止するため、視覚ストリーム60のデータのデジタル署名64を生成するとともに音声ストリーム62にこの署名を埋め込ませるか、または音声ストリーム62のデータのデジタル署名66を生成するとともにビデオストリーム60にこの署名を埋め込ませるか、あるいはその両方を行うように、時間的埋込みブロック24および/または周波数領域埋込みブロック34（および/またはさらに別の領域埋込みブロック）が構成される。これにより、透かし付きデジタル映画の音声チャンネルおよび/またはビデオチャンネルの真正性の得られるデータが埋め込まれる。一部の態様では、一方のストリームの複数のデータブロックを利用し、図17に示すように、わずかに遅延して他方のストリームに埋め込まれる署名を求めることができる。パイプライン処理を利用すれば、この遅延を低減または除去することができる。一部の態様では、チェックサム生成器となるような連続するデータストリームを利用することにより、署名が迅速な埋込みに対応することができる。適切なデジタル署名生成器に関する実施の詳細は、本明細書にそのまま引用の形で盛り込まれる、「多層データ隠蔽方法および装置(Methods and apparatus for multi-layer data hiding)」の名称で2002年9月24日に交付されたユウ(Yu)他の米国特許第6,456,726号に見出すことができる。

【0072】

高データ隠蔽能力を有する映画の場合（例えば、「最小弁別値」関数により、映画の1フレームあたりに多数のビットを格納させることができる）、本発明の一部の態様では、様々な種類の処理雑音および歪みに対するロバスト性を向上させる様々な埋込み方法を利用して、それぞれ異なる領域でホストビデオストリームのそれぞれ異なるセグメントに電子透かしが多数回埋め込まれる。

【0073】

デジタル映画は圧縮状態で配布および保存されることがあり、本発明の透かし付与方法は映画の再生中に実行されるので、本発明の多くの態様では、リアルタイムに実行可能な埋込み処理が利用される。

【0074】

一部のリアルタイム実行可能埋込み処理では、バッファを利用して圧縮済みの映画データを予め記憶させる。例えば、10個の画像からなる2つの群または2個のショット（すなわち、1個のカメラで中断なく撮影された映画またはテレビ番組の2個のシーケンス）が、再生直前に、バッファに記憶される。その後、2番目の画像群または2番目のショット

トが処理され、それに対応する透かしが、最初の画像群または先のショットの再生中に埋め込まれる。本発明の少なくとも1つの態様においてそうであるように、3個以上のバッファを使用すること、あるいはサーキュラーバッファリングシステムを利用することも可能である。例えば、本発明の一部の態様では、図18に示すように、図1の周波数領域透かし埋込みモジュール44とデジタル劇場ディスプレイ40との間に、さらにバッファ37が設けられている。

【0075】

本発明の一部の態様では、リアルタイム埋込みを実施するため、透かしが圧縮データに直接埋め込まれる。例えば、適切な従来の周波数領域埋込み技術を利用して、周波数領域にデータが埋め込まれる。別の例では、量子化指数にデータが埋め込まれる。そのような多くの態様では、画像復元が、復号化（例えば、ホフマン復号化）と、逆量子化と、周波数-空間変換とを含んでいる。一部の態様で利用される高速埋込み技術の1つでは、復号化された量子化指数が変調される。復号化後、各指数が算出される。指数の番号は、変更されるのが望ましい（すなわち、最小弁別値、JND関数などの人間が知覚的に弁別可能な閾値よりも小さい）場合、量子化を1段階以上変更することによって単一ビット1または0が埋め込まれるよう変調される。奇数-偶数変更アルゴリズムを利用する態様では、量子化ステップの1つは最大変更量である。したがって、「1」を埋め込むため、量子化の段階数が偶数の場合に、量子化を変更して1段階増加または減少させるようにする。現在の指数の直前または直後の指数を検査することによって、減少ステップまたは増加ステップが、現在の指数とその隣接値との間の差分によって発生する可能性のあるアーティファクトを最小限にするように適応される。モジュロ透かしアルゴリズムを使用する態様では、指数数列を用いて、指数数列の組合せが所望の値になる（例えば、ルックアップテーブルを用いて、全指数の和が偶数になる、あるいは、所定の数より大きくかつ別の所定の数より小さくなる）ように1個以上の指数を変更することによって、単一ビットが埋め込まれる。

【0076】

さらに、本発明の一部の態様は、デジタル映画に電子透かしを埋め込む方法であって、デジタル映画の電子デジタル表現の一部を少なくとも1つのデジタル表現領域で一時的に格納することと、上記映画のデジタル表現の（視覚データチャンネル、音声データチャンネル、文字データチャンネルなど）少なくとも2つのチャンネルに電子透かし全体を少なくとも1回埋め込むことによって、上記映画の少なくとも1つの格納されたデジタル表現領域に電子透かしを埋め込むことと、（時刻、場所など）主透かしデータと（同期データなど）補助（または制御用）透かしデータを含む上記透かしストリームを部分透かしビットストリーム（透かしセグメント）に分割することと、各部分透かしビットストリームを上記デジタル映画のそれぞれ異なるセグメントに埋め込むことと、少なくとも1つの時間的人間視覚モデルを用いて、上記部分透かしビットストリームの少なくとも1つを少なくとも1つのデジタル表現領域に埋め込むことと、少なくとも2つの異なる透かしアルゴリズムまたはスキーマを用いて、上記部分透かしビットストリームを埋め込むことと、上記埋込みの発生中に上記デジタル映画の一部を上映することを備えている。

【0077】

したがって、本発明の態様が、デジタル劇場での上映時に録画され不正に複製される映画について予想される様々な種類の歪みに対してロバストで耐性のある透かし埋込みを提供することは明らかである。そのような録画された映画は、押収されると、導入されている歪みに関らず解析して、映画の正当性および/またはその録画が実行された場所および上映時刻を求めることができる。これらの解析は、録画機器に起因する歪みなのか、デジタル-アナログ変換に起因する歪みなのか、アナログ-デジタル変換に起因する歪みであるのかに関係なく、実行することができる。

【0078】

さらに、本明細書に開示された様々な透かし埋込み方法を個別にあるいは互いに両立

しうる組合せの形で利用することによって歪みに対するロバスト性と耐性をさらに向上できることも理解できるであろう。

【0079】

本発明の説明は本質的に例示に過ぎず、したがって、本発明の主旨から逸脱しない変形は本発明の範囲内に属するものと意図されている。そのような変形は、本発明の精神および範囲からの逸脱であるとみなすべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】図1は、デジタル映画の多層透かしを実行する装置および方法の様々な態様を表すブロック図である。 10

【図2】図2は、本発明の一部の態様において、映画の1ショットが非常に短いフレーム列からなる場合に、映画のショット期間中に加えられる透かし重み $\gamma(t)$ を表すグラフである。

【図3】図3は、本発明の一部の態様において、図2の短いショットに対応するショットが図2よりも長いフレーム列からなる場合に、映画のショット期間中に加えられる透かし重み $\gamma(t)$ を表すグラフである。

【図4】図4は、時間変調によって透かしが付与される前と後の分割されたデータストリームを表す。

【図5】図5は、従来の「パッチワーク」符号器による透かし付与対象の簡単な画像を表す。 20

【図6】図6は、従来の「パッチワーク」符号器の典型的な適用例において使用されるパッチ位置が選択された図5の画像を表す。

【図7】図7は、図5に示す画像が90度回転させられているが、従来の「パッチワーク」復号器がとるパッチ位置を有する画像を表す。

【図8】図8は、透かし埋込み用パッチを示す無歪み状態の図を表す。

【図9】図9は、透かし埋込み用パッチを形成して使用する本発明の様々な方法を表すフロー図である。

【図10】図10は、図9に示す埋込み方法の態様を利用して埋め込まれた透かしを突き止めて復号化する本発明の様々な方法を表すフロー図である。

【図11】図11は、図9に示すパッチ埋込み以外の方法を一般化した、透かし付与方法を表すフロー図である。 30

【図12】図12は、図10に示すパッチ埋込み以外の方法を一般化した、透かし付与方法を表すフロー図である。

【図13】図13は、基準対象が図面内の対象を基準として見出される場合に、画像に90度の回転歪みを導入した図である。

【図14】図14は、基準方向が図面内の対象を基準にして見出される場合に、画像に反転歪みを導入した図である。

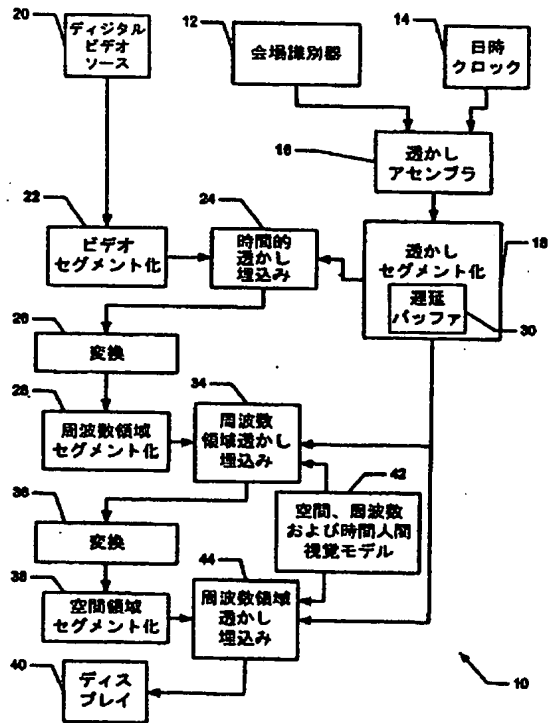
【図15】図15は、透かし埋込み用パッチの位置と形状が対象の重心を基準にして見出される場合に、画像に非線形歪みを導入した図である。

【図16】図16は、透かし埋込み用パッチの位置と形状が対象の重心を基準にして見出される場合に、画像にスケール歪みを導入した図である。 40

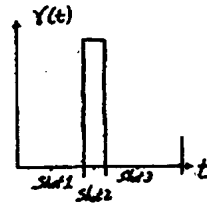
【図17】図17は、デジタル映画の音声ストリームとビデオストリームの間での署名の相互埋込みを表す。

【図18】図18は、透かし付き映画を上映する前に映画のショットを一時的に格納する別のバッファが設けられた変形例を示す図1のブロック図の一部である。

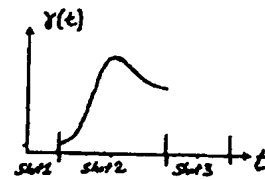
【図 1】



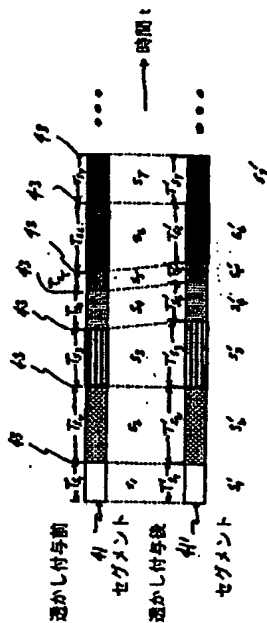
【図 2】



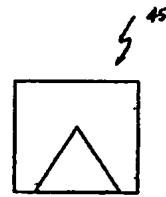
【図 3】



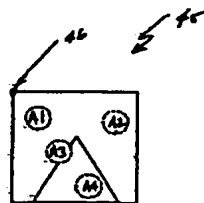
【図 4】



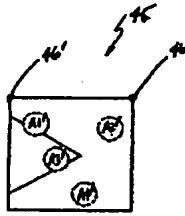
【図 5】



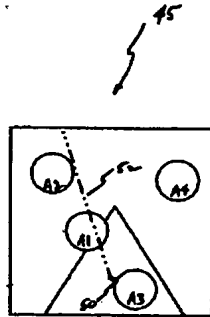
【図 6】



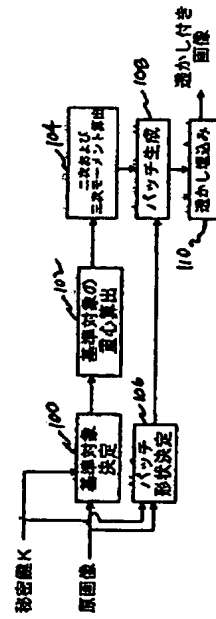
【図 7】



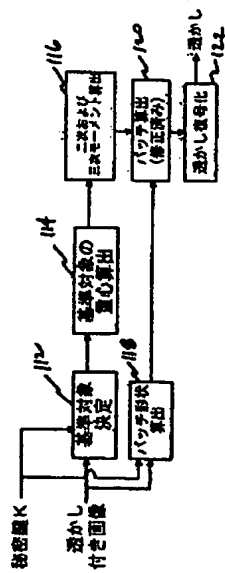
【図 8】



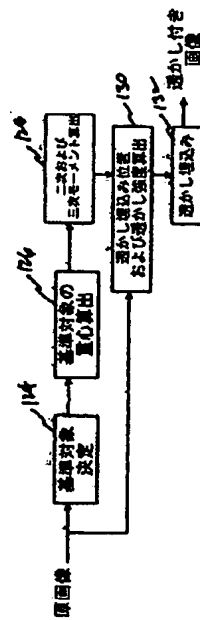
【図 9】



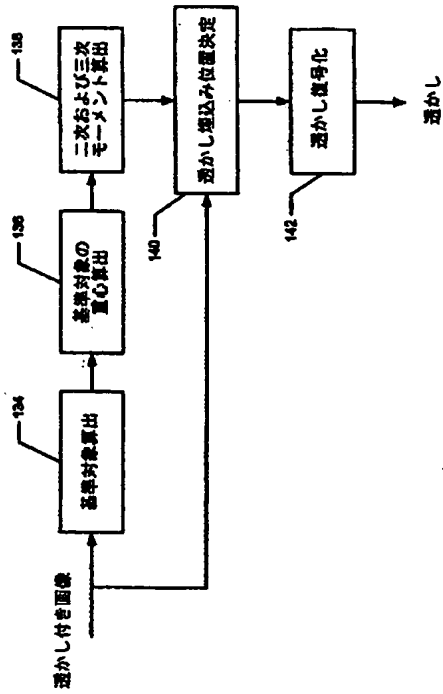
【図 10】



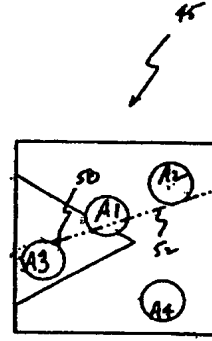
【図 11】



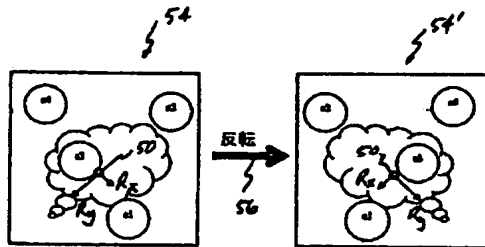
【図12】



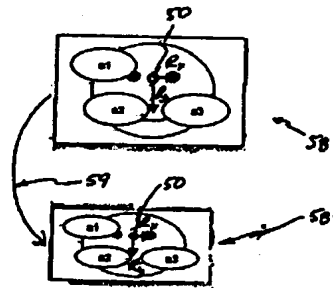
【図13】



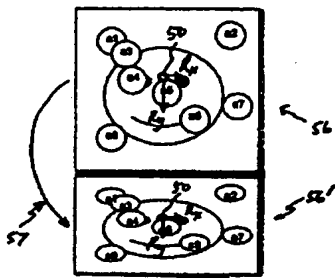
【図14】



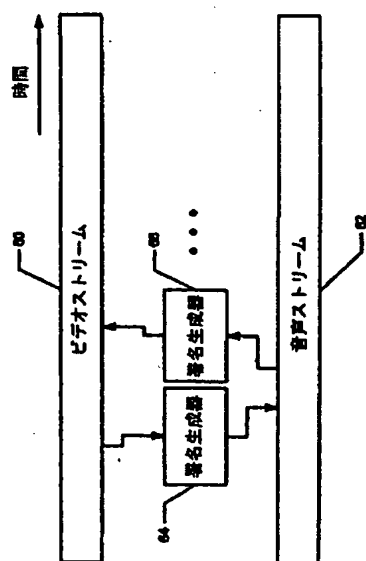
【図16】



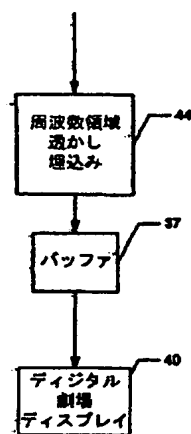
【図15】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 ホン ヘザー ユ

アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08550, プリンストン ジャンクション, リ パーク
ドライヴ 4

(72)発明者 ブラビア バタチャーヤ

アメリカ合衆国 ニュージャージー州 08536-1952, プレインズボロ, パーチ ドライ
ヴ 39

Fターム(参考) 5B057 AA20 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01
CE08 CG05
5C053 FA13 GB06 GB21 JA03 JA21
5C063 AB03 AB05 AC01 AC10 CA36 DA13
5C076 AA14 BA06

【外国語明細書】
2004159309000001.pdf